

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ

институт

Строительство

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.Н. Шибаева

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»

код и наименование направления

Анализ вариантов восстановления работоспособного состояния школы в  
с. Прихолмье

тема

Пояснительная записка

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

К.Т.Н., доцент

должность, ученая степень

О.З. Халимов

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Д.А. Стрельников

инициалы, фамилия

Абакан, 2017

Продолжение титульного листа БР по теме «Анализ вариантов  
восстановления работоспособного состояния школы в с. Прихолмье»

Консультанты по  
разделам:

<u>Архитектурный</u> наименование раздела	_____	<u>Г.Н. Шибаева</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Конструктивный</u> наименование раздела	_____	<u>Г.В. Шурьшева</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Основания и фундаменты</u> наименование раздела	_____	<u>О.З. Халимов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Технология и организация строительства</u> наименование раздела	_____	<u>В.М. Демченко</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Охрана труда и техники безопасности</u> наименование раздела	_____	<u>Т.Н. Плотникова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Оценка воздействия на окружающую среду</u> наименование раздела	_____	<u>Е.Е. Ибе</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Экономика строительства</u> наименование раздела	_____	<u>Е.Е. Ибе</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
Нормоконтролер	_____	<u>Г.Н. Шибаева</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	

Вуз (точное название) \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

На выпускную квалификационную работу студента(ки)

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)  
выполненной на тему: \_\_\_\_\_

1. Актуальность работы \_\_\_\_\_

2. Научная новизна работа \_\_\_\_\_

3. Оценка содержания выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

4. Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

5. Замечания к выпускной квалификационной работе \_\_\_\_\_

6. Рекомендации по внедрению выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

7. Рекомендуемая оценка выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

8. Дополнительная информация для ГАК \_\_\_\_\_

НАУЧНЫЙ  
РУКОВОДИТЕЛЬ \_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (ученая степень, звание, должность, место работы)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
(дата выдачи)

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ  
О ДОПУСКЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ**

Вуз (точное название) Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Кафедра Строительство

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Заведующего кафедрой Строительство  
(наименование кафедры)

Шибасовой Галины Николаевны  
(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев бакалаврскую работу студента группы № 33 – 1  
Стрельникова Дмитрия Анатольевича  
(фамилия, имя, отчество студента)

выполненную на тему «Анализ вариантов восстановления работоспособного состояния школы в с. Прихольмье»

по реальному заказу \_\_\_\_\_  
(указать заказчика, если имеется)

с использованием ЭВМ AutoCAD 2017, ГРАНД – Смета, Office Word 2016  
(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы проект эффективен

в объеме 125 листов бакалаврской работы, отмечается, что работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## АННОТАЦИЯ

на бакалаврскую работу Стрельникова Дмитрия Анатольевича  
(фамилия, имя, отчество)

на тему: «Анализ вариантов восстановления работоспособного состояния школы в с. Прихолмье»

*Актуальность тематики и ее значимость:* Актуальность данной работы заключается в сравнении вариантов восстановления работоспособного состояния блоков «В» и «Г» школы в с. Прихолмье.

*Расчеты, проведенные в пояснительной записке:* В пояснительной записке приведены расчеты треугольной металлической фермы, прогонов, фундаментов, подбор машин и механизмов, календарного графика и выбросов в атмосферу при строительстве.

*Использование ЭВМ:* Во всех основных расчетных разделах бакалаврской работы, при оформлении пояснительной записки и графической части использованы стандартные и специальные строительные программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2017, Internet Explorer, Grand Смета, Artlantis Studio 6.0, ArchiCAD 19, SCAD Office 21.1.

*Разработка экологических и природоохранных мероприятий:* Произведен расчет выбросов в атмосферу от различных воздействий, а также предусмотрено озеленение и благоустройство территории.

*Качество оформления:* Пояснительная записка и чертежи выполнены с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка работы сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности.

*Освещение результатов работы:* Результаты проведенной работы изложены последовательно, носят конкретный характер и освещают все этапы строительства.

*Степень авторства:* Содержание бакалаврской работы разработано автором самостоятельно.

Автор бакалаврской работы \_\_\_\_\_ Стрельников Д.А.  
подпись (фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы \_\_\_\_\_ Халимов О.З.  
подпись (фамилия, имя, отчество)

## ABSTRACT

*Author of the graduation paper:*     Strelnikov Dmitry\_Anatolyevich\_  
(first name, surname)

*The theme:* "Analysis of options for the working conditions restoring of schools in the Prikolmie village".

*The relevance of the work and its importance:* The relevance of the subject and its significance: The relevance of this work is in comparing of the options for restoring the operational state of the "B" and "G" blocks in the Prikolmye village school.

*Calculations carried out in the explanatory note:* Calculations made in the explanatory note: The explanatory note includes calculations of the triangular metal truss, summers, foundations, machines and mechanisms selection, a calendar schedule and emissions into the atmosphere during the constructing.

*Usage of computer:* In all sections of the graduation paper including the execution of the explanatory note and graphical part the computer standard and special building programs are used: Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, AutoCAD 2017, Internet Explorer, GrandCmeta, Artlantis Studio 5.0, ArchiCAD 19, SCAD Office 21.1.

*The development of environmental measures:* We calculated emissions into the atmosphere caused by a variety of impacts, provided the use of eco-friendly materials, as well as asplanting of greenery and improving the territory.

*Quality of presentation:* The explanatory note and drawings are made with high quality on a computer. Printing work is done on a laser printer with color prints for better visibility.

*Evaluation of achieved results:* The results of this work are set out in sequence; they are specific and cover all stages of construction.

*Degree of authorship:* The content of the paper is developed by the author independently.

Author of the graduation paper     \_\_\_\_\_  
Signature

Strelnikov D.A.  
(first name,surname)

Paper supervisor                     \_\_\_\_\_  
Signature

Khalimov O.Z.  
(firstname,surname)

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ

институт

Строительство

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Н. Шibaева

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**  
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту (ке) Стрельникову Дмитрию Анатольевичу  
(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа 33–1 Направление (специальность) 08.03.01  
(код)

Строительство

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы «Анализ вариантов  
восстановления работоспособного состояния школы в с. Прихолмье»

Утверждена приказом по университету № 148 от 28.02.2017г.

Руководитель БР Халимов О.З., к.т.н., доцент  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для БР Технический паспорт блоков школы

Перечень разделов БР Архитектурный, конструктивный, основания и  
фундаменты, технология и организация строительства, экономика  
строительства, оценка воздействия на окружающую среду, охрана труда и  
техники безопасности.

Перечень графического или иллюстрационного материала с указанием  
основных чертежей, плакатов, слайдов 2 листа по архитектурному разделу, 1  
лист по конструктивному разделу, 2 листа по разделу основания и фундаменты,  
2 листа по технологии и организации строительства

Руководитель БР \_\_\_\_\_  
(подпись)

О.З. Халимов  
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.А. Стрельников  
(инициалы и фамилия)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Архитектурный раздел.....	6
1.1 Обследование состояния блок – секций МКОУ «Прихольмская СОШ №4».	6
1.1.1 Место размещение обследуемого объекта. ....	6
1.1.2 Краткое описание конструктивной части, обследование и проекта	
усиления блок – секций МКОУ «Прихольмская СОШ №4». ....	7
1.2 Разработка проекта строительства блок – секций В, Г и Д МКОУ	
«Прихольмская СОШ №4». ....	10
1.2.1 Объемно – планировочные решения. ....	10
1.2.2 Конструктивные решения. ....	11
1.2.3 Наружная и внутренняя отделка помещений. ....	12
1.2.4 Теплотехнический расчет стены. ....	12
1.2.5 Теплотехнический расчет плиты покрытия. ....	14
1.2.6 Противопожарные нормы проектирования. ....	15
1.2.7 Архитектурно – планировочные показатели объекта. ....	16
2 Конструктивный раздел.....	18
2.1 Расчет металлической балки покрытия .....	18
2.1.1 Выбор марки стали для балки покрытия.....	18
2.1.2 Выбор расчетной схемы балки покрытия .....	18
2.1.3 Сбор нагрузок на балку покрытия .....	19
2.1.4 Статический расчет.....	19
2.1.5 Проверка балки по первой группе предельных состояний. ....	20
2.1.6 Проверка балки по второй группе предельных состояний. ....	21
2.2 Расчет фермы.....	22
2.2.1 Выбор марки стали для фермы.....	22
2.2.2 Выбор расчетной схемы металлической фермы.....	23
2.2.3 Определение снежной и ветровой нагрузок .....	23
2.2.4 Сбор нагрузок на ферму .....	24
2.2.5 Определение расчетной длины элементов фермы .....	24
2.2.6 Подбор сечений сжатых элементов .....	24
2.2.8 Расчет катетов сварного шва в месте соединения поясов фермы .....	29
2.2.9 Расчет длины сварных швов .....	29
3 Исходные данные на проектирование фундаментов .....	34
3.1 Оценка инженерно - геологического условия.....	34
3.2 Описание конструктивного решения.....	35
3.3 Определение нагрузок, действующих на фундамент.....	35



3.4 Общие сведения о фундаменте.....	41
3.5 Проверка несущей способности существующего фундамента.....	41
3.6 Расчет осадок фундамента на продавливание. ....	43
4 Технология и организация строительства.....	47
4.1 Характеристика монтируемых секций школы.....	47
4.2 Ведомость грузозахватных приспособлений .....	49
4.3 Выбор монтажного крана.....	49
4.4 Расчет автомобильного транспорта для доставки грузов .....	52
4.5 Проектирование общеплощадочного стройгенплана .....	56
5 Экономика.....	62
5.1 Расчет сметной стоимости .....	62
6 Оценка воздействия на окружающую среду .....	63
6.1 Общие сведения проектируемого объекта .....	63
6.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух от автомобильного транспорта.....	63
6.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух от сварочных работ.....	68
6.4 Оценка воздействия на атмосферный воздух от отделочных работ .....	70
6.5 Расчет количества образования отходов .....	75
7 Охрана труда и техника безопасности.....	77
7.1 Общие положения .....	77
7.2 Требования безопасности к обустройству и содержанию производственных территорий, участков работ и рабочих мест .....	77
7.3 Требования безопасности при складировании материалов и конструкций .....	79
7.4 Обеспечение пожаробезопасности.....	81
7.5 Техника безопасности при производстве работ (описать основные работы) .....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОНИКОВ .....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	112

## ВВЕДЕНИЕ

Тема дипломного проекта: «Анализ вариантов восстановления работоспособного состояния школы в с. Прихолмье».

Цель данного проекта: Провести анализ способов восстановления работоспособного состояния секций «Б» и «В» школы в с. Прихолмье.

Для достижения поставленных целей нужно решить следующие задачи:

1. Рассмотреть вариант с усилением блоков школы;
2. Рассмотреть предложенный вариант возведения новых секций школы;
3. Провести анализ и предложить наиболее выгодное решение;

В архитектурно – строительном разделе разработаны архитектурно – конструктивные и объемно – планировочные решения двух вариантов восстановления работоспособного состояния надземных конструкций. В разделе строительные конструкции произведен расчет треугольной фермы и балок покрытия. В разделе основания и фундаменты произведен расчет существующего фундамента. Строительный генеральный и календарный планы приведены в разделе технология и организация в строительстве. В разделе сметы рассчитана локальная. В разделе охрана труда и техника безопасности рассмотрены требования безопасности к устройству и содержанию производственных территорий, участков работ и рабочих мест, безопасности при складировании материалов и конструкций, обеспечение пожаробезопасности и техника безопасности при производстве работ. В экологическом разделе бакалаврской работы произведен расчет выбросов в атмосферу при строительстве новых блок – секций школы.

## **1 Архитектурный раздел**

### **1.1 Обследование состояния блок – секций МКОУ «Прихольмская СОШ №4».**

#### **1.1.1 Место размещение обследуемого объекта.**

Здание школы располагается в Красноярском крае, Минусинского района в селе Прихольмье.

Расстояние от центра ближайшего города до рассматриваемого участка составляет 31,8 км. Участок расположен в зоне жилой застройки. Рядом с рассматриваемым участком располагаются жилые дома, магазины и на территории располагается детский сад.

Имеются хорошие подъездные пути для легкового транспорта. Удобное расположение всех коммуникационных систем.

Земельный участок расположен в с. Прихольмье по ул. Зеленая, 23. Его площадь составляет 16848 м<sup>2</sup>. Участок имеет прямоугольную конфигурацию. Рельеф ровный.

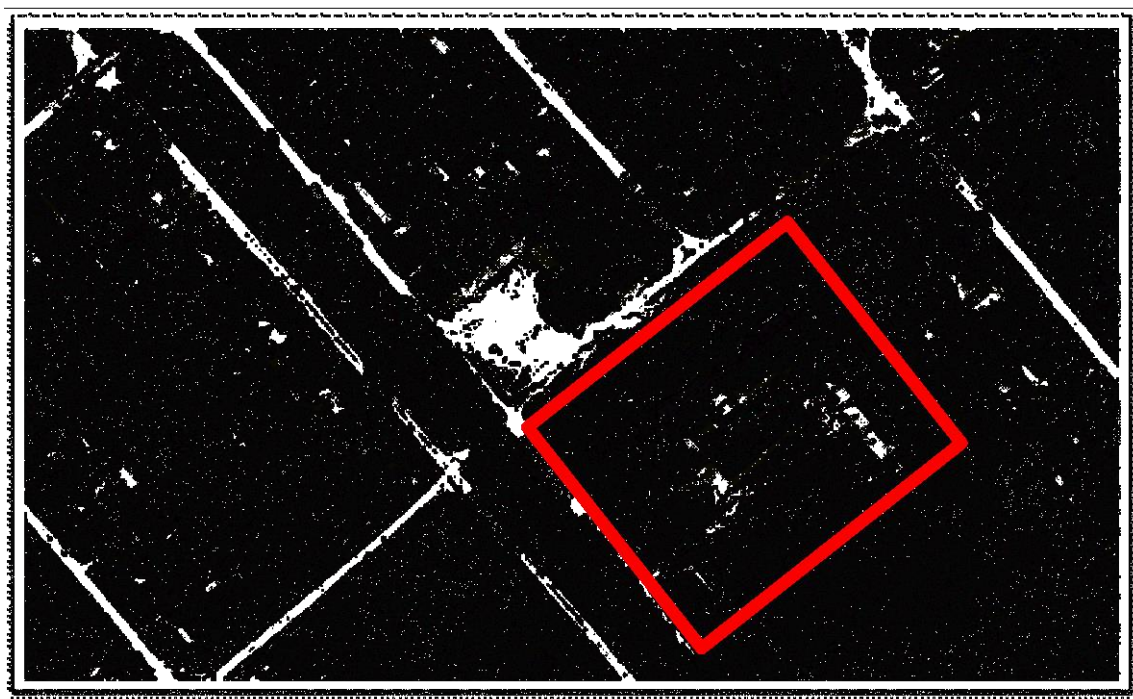


Рисунок 1 – Ситуационный план участка

Согласно целевого назначения исследуемый участок относится к категории земли населенных пунктов и является муниципальной собственностью.

### 1.1.2 Краткое описание конструктивной части, обследование и проекта усиления блок – секций МКОУ «Прихольмская СОШ №4».

Здание школы возводилось за 4 основных этапа: блок «А» двухэтажный, построен на бутовых фундаментах в 1951 году, блок «Б» - двухэтажный на бетонных фундаментах в 1955, блок «В» двухэтажный в нем находятся кабинеты начальных классов «Г» - одноэтажный (спортзал). Два этих блока были построены в 1961 году. Блок «Д» - одноэтажный с частично надстроенной теплицей.

Схематичный план здания представлен на рисунке 2.

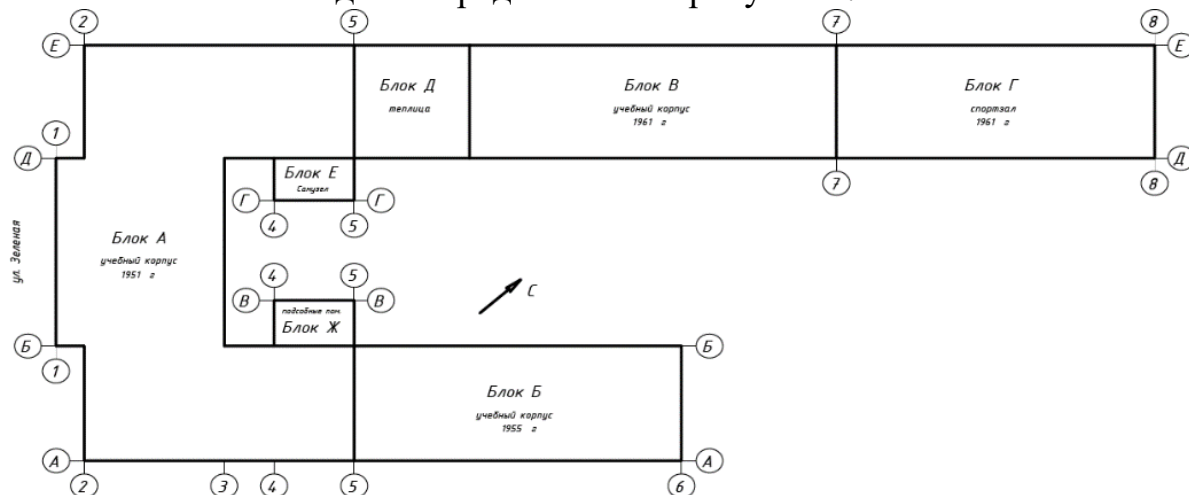


Рисунок 2 – Схематичный план здания школы

Конструктивная схема школы – стеновая с продольными и поперечными несущими стенами. В нашем случае рассматриваем только три блока школы.

Это связано с тем, что блоки Г и Д согласно обследованию, находятся в аварийном состоянии. Таким образом в данной квалификационной работе будет кратко рассмотрен действующий проект по усилению данных блок – секций и строительство новых на существующих фундаментах.

Ниже приведены краткое описание конструктивной части интересующих нас блоков школы.

**Блок В:** Здание двухэтажное без подвала. Высота этажа равна 4,300 м. Толщина стен составляет 670 мм. Перекрытия – плиты многопустотные. Фундаменты ленточные. Полы деревянные по лагам на втором этаже и деревянные по грунту на первом. Крыша двухскатная. В блоке имеются учебные и подсобные помещения. Для сообщения между этажами запроектирована лестница – внутренняя 2-го типа. Также имеется наружная эвакуационная лестница 3-го типа; функционально связан с блоком А, Г и Д.

**Блок Г:** В данном блоке находится спортивный зал. Высота зала равна 8,410 м. В этом блоке располагаются раздевалки и преподавательское помещение. Здание кирпичное с продольными и поперечными несущими стенами. Толщина

стен составляет 640 мм. Над спортивным залом располагаются ребристые плиты, которые опираются на двухскатные балки. Фундаменты ленточные. Для сообщения между этажами (второй этаж включает небольшую группу подсобных помещений) имеется одна внутренняя лестница 2-го типа.

Блок Д: Одноэтажная надстройка над блоком В, по назначению – теплица, построена в 1990 г. Конструктивно выполнен из каменной кладки толщиной 380мм: 250 мм – кирпич рядовой керамический; наружная верста – белый силикатный одинарный. Собственные стены – продольные по осям Д и Е, поперечные стены – наружные стены блоков А и В. Чердачное перекрытие деревянное, опирающиеся на стены и поддерживаемое тремя деревянными столбами по центру блока. Крыша с чердачным пространством, двухскатная, стропильная система деревянная из обрезного пиломатериала, кровля из волнистых асбестоцементных листов. Заполнение оконных проемов – деревянные блоки с двойными переплетами. Система отопления автономная от всего здания. Эксплуатация носит сезонный характер.

Во время обследования здания было проведено визуальное и инструментальное обследование школы организацией ООО «Экспертиза Недвижимости». По данным обследования были приведены техническое состояние отдельных конструктивных элементов по блок – секциям здания в целом (таблица 1).

Таблица 1 – Техническое состояние отдельных конструктивных элементов.

Наименование элемента здания	Категория технического состояния по блокам (К.Т.С.)			
	блок А	блок Б	блок В	блок Г
1	2	3	4	5
Фундаменты	ограниченно- работоспособное	работоспособное	ограниченно- работоспособное	ограниченно- работоспособное
Стены, перегородки	ограниченно- работоспособное	работоспособное	ограниченно- работоспособное	<b>Аварийное</b>
Подвальное перекрытие	ограниченно- работоспособное	-	-	-
Междуэтажное перекрытие	ограниченно- работоспособное	работоспособное	работоспособное	работоспособное
Чердачное перекрытие покрытие	ограниченно- работоспособное	работоспособное	работоспособное	работоспособное
Конструкции лестниц	ограниченно- работоспособное	<b>Аварийное (ветхое)</b>	<b>Аварийное</b>	<b>Аварийное (ветхое)</b>
Конструкции крыши, покрытия	работоспособное	ограниченно- работоспособное	работоспособное	<b>Аварийное</b>
Кровля	ограниченно-работоспособное			
Конструкции пола	ограниченно-работоспособное			
Окна	<b>Аварийное (ветхое)</b>			

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
Двери	<b>Аварийное</b> (ветхое)			
Инженерные системы	Отопление, водоснабжение (холодное, горячее), канализация, электроснабжение, вентиляция – <b>Аварийное</b> (ветхое)			
К.Т.С. блока в целом	<b>ограниченно-работоспособное</b>	<b>ограниченно-работоспособное</b>	<b>ограниченно-работоспособное</b>	<b>Аварийное</b>

Согласно проведенному обследованию блок Д рекомендуется демонтировать. Сохранение блока Г возможно при проведении ремонтно-восстановительных, противоаварийных работ. Эксплуатировать данные объекты нельзя, так как имеется реальная опасность их обрушения.

Для восстановления работоспособного состояния было принято решение об усилении несущих конструкций. Работа по усилению разбивается на несколько этапов. На всем протяжении ведения мероприятий по усилению здания школы мною велся мониторинг данного объекта.

На первом этапе устанавливаются сжимные элементы в виде швеллеров. Сжимы следует установить на высоту не менее 1 м так, чтобы имелась возможность установки шпильки в бетонный блок фундамента второго ряда. Сквозные трещины следует бурить тем же диаметром, что и шпилька – 20 мм. После установки следует удостовериться в отсутствии просветов



Рисунок 3 – Усиление кирпичной стены сжимными элементами.

В уровне низа балок покрытия и перекрытия устраивается монолитный железобетонный пояс.

Следующим этапом следует произвести устройство монолитных железобетонных рубашек. До начала работ следует произвести перекладку наружных стен в местах, где имеются разрушения. Для крепления железобетонных рубашек следует просверлить лидерные отверстия и забить анкера. Сетку для армирования рубашек следует закрепить на каждом анкере с помощью вязальной проволоки. Она также связывается с антисейсмическим поясом.



Рисунок 4 – Устройство монолитных железобетонных рубашек

Таким образом разработанный объект по усилению позволяет восстановить работоспособность конструкций.

Проанализировав два варианта, мы установим является ли усиление выгодным решением или лучше построить новые блоки школы с учетом современных требований.

## **1.2 Разработка проекта строительства блок – секций В, Г и Д МКОУ «Прихольмская СОШ №4».**

### **1.2.1 Объемно – планировочные решения.**

Объемно – планировочные решения проектируемых блок – секций разрабатываются согласно требованиям [4]. Здание двухэтажное с размерами в плане 60,47 х 9,58 м. Форма здания – прямоугольная.

Планировка школы коридорного типа. На первом этаже в блок – секции (В) располагаются учебные кабинеты начальных классов и библиотека. На втором этаже расположены кабинет физики и химии, а также их лабораторные и учебный кабинет. Имеется лестница, которая связывает этажи между собой. На первом этаже блок – секции Г находятся спортивный зал, кабинеты для преподавателей физкультуры и хранения инвентаря. Сообщение между этажами осуществляется с помощью лестницы. На втором этаже находятся мужская и женская раздевалки. В каждой из проектируемых блок секций имеется противопожарный выход на улицу.



### 1.2.2 Конструктивные решения.

Конструктивная схема – каркасная, с самонесущими наружными стенами. Колонны опираются на существующий ленточный фундамент. Размеры блок – секции 60,47 x 10,13 м. Каркас состоит из колонн среднего ряда. Толщина плит перекрытия – 150 мм.

Рассмотрим основные конструктивные элементы более подробно. К ним можно отнести: фундаменты, колонны, металлические главные и балки перекрытия, металлические фермы, лестничные марши.

Металлические колонны являются одним из основных несущих элементов здания. Колонны приняты двутаврового сечения. Опираются они на существующий ленточный фундамент с помощью анкерных болтов. Шаг в продольном направлении различен и составляет от 2,7 до 6,0 м.

Плиты перекрытия устраиваются по металлическому профилированному настилу и укладываются на металлические балки перекрытия. Его толщина равна 150 мм. Чердачное покрытие состоит из профнастила толщиной 60 мм.

Крыша скатная из треугольной фермы высотой 3,0 м. Покрытие кровли из профилированного настила по П образной металлической решетине, устраиваемой с шагом 300 мм.

Фундаменты ленточные из сборных железобетонных блоков толщиной 500 и 300 мм. Глубина заложения 3,15 метра. Высота блоков равна 600 мм.

Наружные стены самонесущие выполненные из армированной кирпичной кладки толщиной 380 мм. Перегородки толщиной 120 мм.

Окна использованы размерами 1,65 x 2,58; 1,85 x 2,58; 1,0 x 1,8 м. В спортивном зале использованы стеклянные витражи размерами 1,0 x 1,9 и 0,9 x 1,9 м. Все оконные проемы индивидуального изготовления по ГОСТ 23166 – 99 с двойным остеклением из ПВХ и алюминиевым профилем по ГОСТ 21519 - 84. Это позволяет повысить теплоэффективность и снизить затраты на обогрев.

Входные двери размерами 0,9 x 2,1 используются только в чрезвычайных ситуациях. В остальное время используется главный вход, расположенный в блок – секции А. Ширина внутренних дверных проемов 1,0 x 2,1 и 1,4 x 2,1. В лестничных клетках используются противопожарные двери 1,4 x 2,1 двупольные остекленные и 1,0 x 2,1 однопольные глухие.

На первом этаже используются полы по грунту. В качестве основания устраивается бетонная плита 120 мм. В комнатах 1,2 используются полы из линолеума. В спортивном зале из поливинилхлорида. В коридорах и раздевальных комнатах укладывается плитка из керамической плитки. В остальных помещениях устраиваются полы из линолеума.



### 1.2.3 Наружная и внутренняя отделка помещений.

Наружная отделка стен выполнена из облицовочного кирпича. Отмостка и крыльца устраиваются из бетона.

К внутренней отделки можно отнести оштукатуривание потолков и внутренних стен цементным раствором с последующей окраской вододисперсионным составом. Стены в учебных кабинетах оклеиваются обоями. В спортивном зале использовать вододисперсионную окраску стен и потолков. В коридорах и раздевалных комнатах устраивается фартук из керамической плитки высотой 1,0 м. Полы в учебных кабинетах устраиваются из линолеума ПВХ. В коридорах и раздевалных помещениях принимаются полы из керамической плитки. В спортивном зале устраивается покрытие из полимерных наливных полов из полиуретана. В коридорах и учебных помещениях второго этажа кроме спортивного зала устраиваются навесные потолки из гипсовых рельефных плит с подвесной системой Армстронг. В спортивном зале предусмотрены специальные ударопрочные потолки из металлических потолочных плит.

### 1.2.4 Теплотехнический расчет стены.

Проектируемые блок – секции школы предназначены для строительства в п. Прихольмье Минусинского района, который относится к климатическому району (1 В) [1].

Продолжительность отопительного периода составляет 238 суток т. 3.1 [2].

Средняя температура наружного воздуха при отопительном периоде составляет минус 6,7° С т.3.1 [2].

Зона влажности района строительства – сухая [1].

Таблица 2 – Теплотехнический расчет стены блок – секций школы

	Наименования	$\gamma, \text{кг/м}^3$ т. Т1 [1]	$\delta, \text{м}$	$\lambda,$ $\text{Вт/м}^{\circ}\text{С т. Т1}$ [1]	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2\text{°С/Вт}$
1	Облицовочный кирпич	1400	0,12	0,58	0,206
2	Гидроизоляция–DuPont Tyvek Sypro	1855	0,003	0,51	0,006
3	Минеральная вата	40	0,13	0,041	3,17
4	Пароизоляция – DuPont AirGuard Reflective	1855	0,003	0,51	0,006
5	Глиняный кирпич	1600	0,12	0,58	0,206
6	Штукатурный слой	1600	0,01	0,70	0,014

За расчетную температуру принята температура наиболее холодной пятидневки составляет минус  $40^{\circ}\text{C}$  т. 3.1 [2].

Внутренняя температура воздуха  $+21^{\circ}\text{C}$  т. 2 [3].

Определение градусо - суток отопительного периода п 5.2 [1]:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}} \quad (1)$$

где,  $t_{\text{int}} = +21^{\circ}\text{C}$  – температура внутреннего воздуха т. 2 [3];

$t_{\text{ht}} = -6.7^{\circ}\text{C}$  – относительная температура воздуха самой холодной пятидневки т. 3.1 [2];

$Z_{\text{ht}} = 238$  сут. – продолжительность отопительного периода т.3.1 [2];

$$D_d = (21 + 6,7) \cdot 238 = 6592,6^{\circ}\text{C}$$

Определение приведенного сопротивления теплопередачи:

$$R_{\text{req}} = a \cdot D_d + b, \quad (2)$$

где,  $a, b$  – коэффициенты, принимаемые по т. 3 [1] для стен;

$D_d$  – градусо – сутки отопительного периода;

$$R_{\text{req}} = 0,00035 \cdot 6592,6 + 1,4 = 3,7 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

Определение минимального допустимого термического сопротивления утеплителя:

$$R_{\text{ym}}^{\text{mp}} = R_{\text{req}} - (R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \sum R_i), \quad (3)$$

где,  $R_{\text{req}}$  – приведенное сопротивление теплопередачи;

$R_{\text{int}}$  – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_{\text{ext}}$  – сопротивление теплообмену на наружной поверхности;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопередачи внутренних поверхностей т. 4 [1];

$\lambda_e$  – коэффициент теплопередачи наружных поверхностей т. 6 [1];

$$R_{\text{ym}}^{\text{mp}} = 3,7 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,44 \right) = 3,10 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

Определение толщины утеплителя:

$$b_{\text{ym}}^{\text{mp}} = 0,041 \cdot 3,10 = 0,127 \text{ м} = 0,130 \text{ м} = 130 \text{ мм}$$

Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \sum R_i, \quad (4)$$

где,  $\sum R_i$  – сумма термического сопротивления всех слоев;

$R_{\text{int}}$  – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_{\text{ext}}$  – сопротивление теплообмену на наружной поверхности;

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 3,60 = 3,76 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

Определение условия толщины подобранного утеплителя:

$$R_0 = 3,76 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт} > R_{\text{req}} = 3,70 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

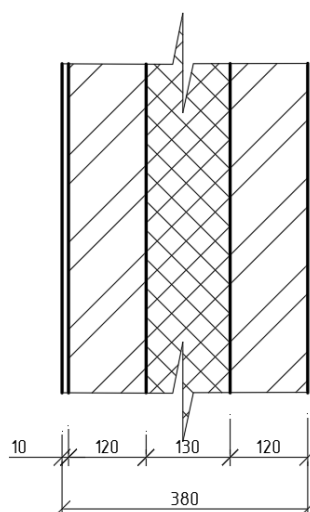


Рисунок 5 – Разрез наружной стены

Вывод: Толщина утеплителя подобрана верно.

### 1.2.5 Теплотехнический расчет плиты покрытия.

Определяем толщину утеплителя плиты покрытия.

Таблица 3 – Теплотехнический расчет плиты покрытия

	Наименования	$\gamma, \text{кг/м}^3$ т. Т1 [1]	$\delta, \text{м}$	$\lambda,$ $\text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C т. Т1}$ [1]	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Ц.п. стяжка	1800	0,03	0,76	0,039
2	Минеральная вата	40	0,20	0,041	4,87
3	Пароизоляция – полиэтиленовая пленка	30	0,0002	0,51	0,0004
4	Металлический профнастил	7850	0,006	58	0,0001

Определение градусо - суток отопительного периода п 5.2 [1]:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}} \quad (5)$$

где,  $t_{\text{int}} = + 21^\circ \text{C}$  – температура внутреннего воздуха т. 2 [3];

$t_{\text{ht}} = -6.7^\circ \text{C}$  – относительная температура воздуха самой холодной пятидневки т. 3.1 [2];

$Z_{\text{ht}} = 238$  сут. – продолжительность отопительного периода т.3.1 [2];

$$D_d = (21 + 6,7) \cdot 238 = 6592,6^\circ \text{C}$$

Определение приведенного сопротивления теплопередачи:

$$R_{\text{req}} = a \cdot D_d + b, \quad (6)$$

где,  $a, b$  – коэффициенты, принимаемые по т. 3 [1] для стен;

$D_d$  – градусо – сутки отопительного периода;

$$R_{req} = 0,00045 \cdot 6592,6 + 1,9 = 4,87 \text{ м}^2 \text{ }^0 \text{ С/Вт}$$

Определение минимального допустимого термического сопротивления утеплителя:

$$R_{ym}^{mp} = R_{req} - (R_{int} + R_{ext} + \sum R_i), \quad (7)$$

где,  $R_{req}$  – приведенное сопротивление теплопередачи;

$R_{int}$  – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_{ext}$  – сопротивление теплообмену на наружной поверхности;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопередачи внутренних поверхностей т. 4 [1];

$\lambda_e$  – коэффициент теплопередачи наружных поверхностей т. 6 [1];

$$R_{ym}^{mp} = 4,87 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,04 \right) = 4,68 \text{ м}^2 \text{ }^0 \text{ С/Вт}$$

Определение толщины утеплителя:

$$b_{ym}^{mp} = 0,041 \cdot 4,68 = 0,191 \text{ м} = 0,200 \text{ м} = 200 \text{ мм}$$

Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i, \quad (8)$$

где,  $\sum R_i$  – сумма термического сопротивления всех слоев;

$R_{int}$  – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_{ext}$  – сопротивление теплообмену на наружной поверхности;

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 4,87 = 5,02 \text{ м}^2 \text{ }^0 \text{ С/Вт}$$

Определение условия толщины выбранного утеплителя:

$$R_0 = 5,02 \text{ м}^2 \text{ }^0 \text{ С/Вт} > R_{req} = 4,87 \text{ м}^2 \text{ }^0 \text{ С/Вт}$$

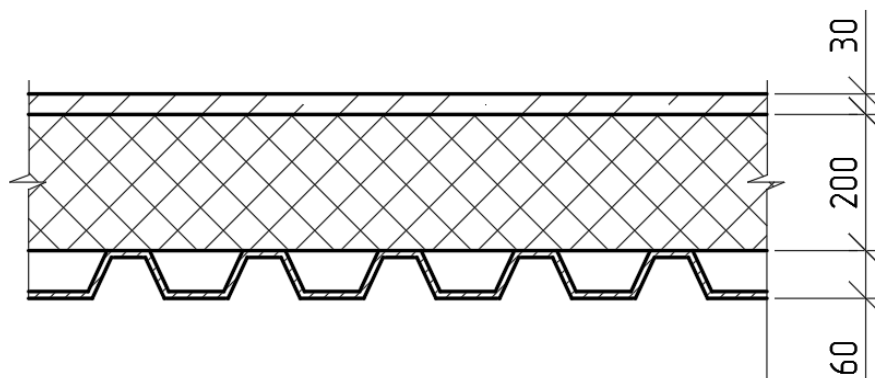


Рисунок 6 – Разрез плиты покрытия

### 1.2.6 Противопожарные нормы проектирования.

Противопожарные нормы выполнены согласно СП 4.13130.2013 [5]. В здании школы предусмотрены хозяйственно – питьевое, противопожарное и

горячее водоснабжение. В здании также предусмотрены системы отопления и вентиляции.

Класс здания ф 4.1.

Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным покрытием ГФ – 021.

Высота ограждений лестниц принимается 1,2 м согласно п. 8.2.1 [6].

Двери эвакуационных выходов открываются по направлению выхода из здания. Ширина коридоров составляет 2,67 м, что обеспечивает быстрое время эвакуации из здания. Класс пожароопасности принят как К0 (несгораемые). В рассматриваемых блок – секциях принято 2 эвакуационных выхода. Группы возгораемости и минимальные пределы распространения огня по строительным конструкциям соответствуют III степени огнестойкости и не ниже минимальных пределов огнестойкости.

### 1.2.7 Архитектурно – планировочные показатели объекта.

В связи с тем, что сравниваются два варианта проекта усиления и нового строительства здания блок – секций школы на существующих фундаментах в металлическом каркасе сравниваем архитектурные показатели (таблица 4).

Таблица 4 – ТЭП объекта

№ п/п	Наименования	Ед. изм.	Кол -во	Кол -во
1	Расчетная площадь	м <sup>2</sup>	637,14	566,97
2	Полезная площадь	м <sup>2</sup>	867,43	795,96
3	Площадь застройки	м <sup>2</sup>	596,46	602,57
4	Строительный объем выше 0.000	м <sup>3</sup>	6268,79	6989,81
5	Строительный объем ниже 0.000	м <sup>3</sup>	1699,91	1699,91

Определяем соотношение расчетной площади к полезной площади существующих блок – секций здания здания (K<sub>1</sub>):

$$K_1 = \frac{S_p}{S_{\pi}} = \frac{566,97}{795,96} = 0,71 \quad (9)$$

Определяем соотношение расчетной площади к полезной площади, строящейся блок – секции здания (K<sub>1</sub>):

$$K_1 = \frac{S_p}{S_{\pi}} = \frac{637,14}{867,43} = 0,73 \quad (10)$$

Определяем соотношение строительного объема к расчетной площади существующих блок – секций здания здания (K<sub>2</sub>):

$$K_2 = \frac{S_o}{S_p} = \frac{8689,72}{566,97} = 15,32 \quad (11)$$

Определяем соотношение строительного объема к расчетной площади, строящейся блок – секции здания ( $K_2$ ):

$$K_2 = \frac{S_o}{S_p} = \frac{7968,70}{637,14} = 12,50 \quad (12)$$

Таким образом опираясь на архитектурно – планировочные показатели можно сказать, что строительство новых блок – секций целесообразно.

## 2 Конструктивный раздел

### 2.1 Расчет металлической балки покрытия

#### 2.1.1 Выбор марки стали для балки покрытия

Балка покрытия работает при статической нагрузке при наличии растягивающих напряжений и соответственно относится ко 2 группе конструкций п. В1 [7]. Сталь принимается С 245 т. В1 [7] с учетом температуры воздуха наиболее холодных суток и группы стальных конструкций.

Расчетные и нормативные характеристики стали:

Температура воздуха наиболее холодных суток: с обеспеченностью  $0.98 = -44^{\circ}\text{C}$ . Т 3.1[2].

$R_m$  - нормативное сопротивление стали по пределу текучести;  $R_m = 245$  МПа, т. В.5 [7]

$R_{un}$  - нормативное сопротивление стали разрыву по временному сопротивлению;  $R_{un} = 370$  МПа, т. В.5 [7]

$R_y$  - расчетное сопротивление стали по пределу текучести;  $R_y = 240$  МПа, т. В.5 [7]

$R_u$  - расчетное сопротивление разрыву по временному сопротивлению;  $R_u = 360$  МПа, т. В.5 [7]

Определяем расчетное сопротивление сдвигу:

$$R_s = 0,58 \cdot \frac{R_m}{\gamma_m} = 0,58 \cdot \frac{245}{1,025} = 138,634 \text{ МПа т. 2 [7]}, \quad (13)$$

где  $\gamma_m = 1,025$  – коэффициент надежности по материалу т. 3 [7]

Принимаем варочную проволоку под флюсом – СВ 08А.

Тип электродов – Э42 т. Г.1 [7].

$R_{wf}$  - расчетное сопротивление сварного соединения при расчете по границе сплавления;  $R_{wf} = 180 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$  т. Г. 2 [7]

$R_{un}$  - нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению;  $R_{un} = 410 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$  т. Г. 2 [1];  $R_{wz} = 0,45 \cdot 410 = 184,5$  МПа

$R_{wz}$  - расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу границы сплавления;

#### 2.1.2 Выбор расчетной схемы балки покрытия

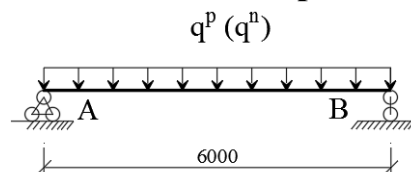


Рисунок 7 – Расчетная схема балки покрытия

### 2.1.3 Сбор нагрузок на балку покрытия

Сбор нагрузок на балку покрытия рассматриваем в таблице 5.

Таблица 5 – Сбор нагрузок на балку покрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка $\text{кН/м}^2$ $q^n = \delta \cdot \rho$	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f \geq 1$ т. 7.1 [10]	Расчётная нагрузка, $\text{кН/м}^2$ $q^p = q^n \cdot \gamma_f$
Постоянная нагрузка: 1. Ц. п. стяжка: $\delta = 0,03 \text{ м}$ , $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1] 2. Минеральная вата: $\delta = 0,19 \text{ м}$ , $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1] 3. Полиэтиленовая пленка: $\delta = 0,0002 \text{ м}$ , $\rho = 30 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1] 4. Металлический профиль покрытия: $\delta = 0,01 \text{ м}$ , $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1]	0,54 0,076 0,006 0,78	1,3 1,2 1,2 1,2	0,70 0,09 0,007 0,94
Итого:	1,4		1,74
Временная нагрузка: Равномерно распределенная нагрузка т. 8.3 [10]	0,7	1,3 п. 8.2.2 [10]	0,91
Общая нагрузка	0,98		1,58

### 2.1.4 Статический расчет

Расчет ведется в программном комплексе «SCAD Office».

Исходные данные используемые для расчета в программном комплексе «SCAD Office» Кристалл:

1. Пролет балки – 6 м;
2. Конструктивное решение – без ребра;
3. Коэффициент условия работы элементов конструкций – 1;
4. Коэффициент надежности по ответственности – 1;
5. Прогиб -  $\frac{l}{200}$ ;
6. Задаем сечение и закрепление элемента;
7. Задаем загрузку – 0,25 Т/м;



По заданным нагрузкам получаем эпюры изгибающих моментов и поперечных сил (рисунок 8).

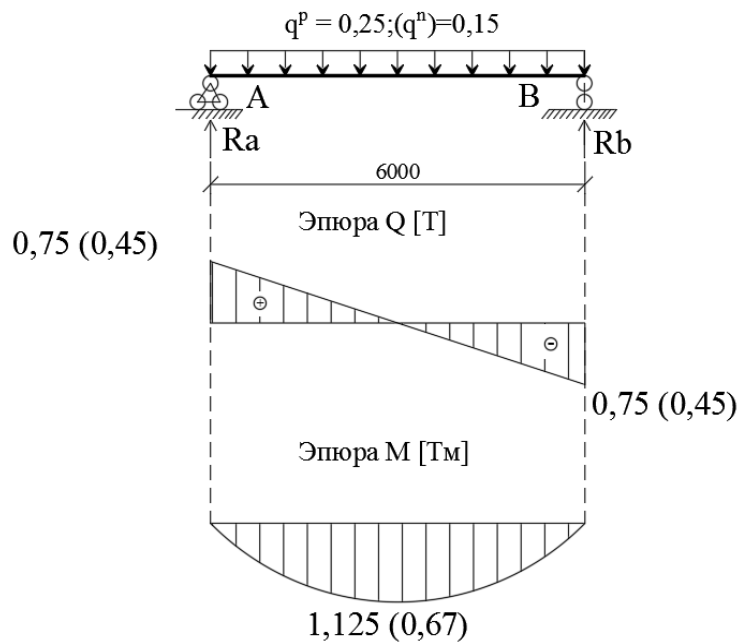


Рисунок 8 – Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил  
Принимаем по сортаменту [9] профиль [16П].

Геометрические характеристики сечения представлены в миллиметрах (рисунок 9):

$$J_x = 750,0 \text{ см}^4;$$

$$b = 64 \text{ мм};$$

$$s = 5,0 \text{ мм};$$

$$t = 8,4 \text{ мм};$$

$$A = 18,10 \text{ см}^2;$$

$$W_x = 93,80 \text{ см}^3;$$

$$S_x = 54,30 \text{ см}^3;$$

$$h = 160 \text{ мм};$$

$$m = 14,20 \text{ кг за 1 метр};$$

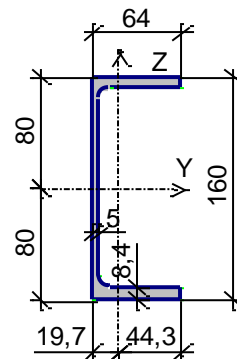


Рисунок 9 – Характеристики сечения

### 2.1.5 Проверка балки по первой группе предельных состояний.

Определение прочности по нормальным напряжениям:

$$\frac{M_{\max}}{W_x \cdot R_y \cdot \gamma_c \cdot \beta} \leq 1 \text{ п. 8.2.1 [7]}, \quad (14)$$

где  $M_{\max}$  - максимальное расчетное значение изгибающих моментов (рисунок 8);

$R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 240 \text{ МПа}$ , т. В.5 [7];

$\gamma_c = 1$  - коэффициент условия работы элементов конструкций т. 1 [7];

$\beta = 1$  по условию п. 8.2.3[7];

Определение прочности по касательным напряжениям:

$$\frac{Q_{\max} \cdot S}{J \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1 \text{ п. 8.2.1. [7]}, \quad (15)$$

где  $S$  - статический момент полусечения определяемый по сортаменту;

$J$  - момент инерции;

$t_w$  - толщина стенки;

$R_s$  - расчетное сопротивление сдвигу;

$\gamma_c = 1$  - коэффициент условия работы элементов конструкций т. 1 [7];

### 2.1.6 Проверка балки по второй группе предельных состояний.

Жесткость балок обеспечивается, если выполняется условие:

$$\left(\frac{f}{B}\right) \leq \left[\frac{f}{B}\right], \text{ где } \left[\frac{f}{B}\right] = \frac{l}{200} \text{ т. Е.1 [8].}$$

Проверка общей устойчивости балки:

Так как нагрузка передается через монолитную железобетонную плиту, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный бетоном, общая устойчивость балки обеспечена п 8.4.4 [7].

Проверка местной устойчивости:

Местная устойчивость полок и стенок прокатных балок обеспечивается сортаментом.

Определение прогиба балки:

$$f = \frac{5 \cdot q_{\delta} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J_x}, \quad (16)$$

где  $q_{\delta}$  - нагрузка на балку (рисунок 8);

$l$  - длина балки;

$E$  - модуль упругости стали;

$J_x$  - момент инерции;

Все расчеты были произведены в программе «SCAD Office» и результаты представлены в табличной форме.

#### Группа балка

Коэффициент условий работы – 1,0

Предельная гибкость – 400,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости X1, Y1 – 1,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости X1, Z1 – 1,0

Длина элемента – 6,0 м

В таблице 6 представлены результаты расчета в программном комплексе «SCAD Office».

Таблица 6 – Результаты расчета по группам предельных состояний

Результаты расчета согласно СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,076
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,49
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,49
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,382
Коэффициент использования 0,49 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента		
Максимальный прогиб составляет – 0,024 м		

## 2.2 Расчет фермы

### 2.2.1 Выбор марки стали для фермы

Ферма работает при статической нагрузке при наличии растягивающих напряжений и соответственно относится ко 2 группе конструкций п. В1 [7]. Сталь принимается С 245 т. В1 [7] с учетом температуры воздуха наиболее холодных суток и группы стальных конструкций.

Расчетные и нормативные характеристики стали:

Температура воздуха наиболее холодных суток: с обеспеченностью  $0.98 = -44^{\circ}\text{C}$ . Т 3.1[2].

$R_m$  - нормативное сопротивление стали по пределу текучести;  $R_m = 245$  МПа, т. В.5 [7]

$R_{un}$  - нормативное сопротивление стали разрыву по временному сопротивлению;  $R_{un} = 370$  МПа, т. В.5 [7]

$R_y$  - расчетное сопротивление стали по пределу текучести;  $R_y = 240$  МПа, т. В.5 [7]

$R_u$  - расчетное сопротивление стали по временному сопротивлению;  $R_u = 360$  МПа, т. В.5 [7]

Определяем расчетное сопротивление сдвигу:

$$R_s = 0,58 \cdot \frac{R_m}{\gamma_m} = 0,58 \cdot \frac{245}{1,025} = 138,634 \text{ МПа т. 2 [7]}, \quad (17)$$

где  $\gamma_m = 1,025$  – коэффициент надежности по материалу т. 3[7]

Принимаем варочную проволоку под флюсом – СВ 08А.

Тип электродов – Э42 т. Г.1[7].

$R_{wf}$  - расчетное сопротивление сварного соединения при расчете по границе сплавления;  $R_{wf} = 180 \frac{H}{\text{мм}^2}$  т. Г. 2 [7]

$R_{un}$  - нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению;  $R_{un} = 410 \frac{H}{\text{мм}^2}$  т. Г. 2 [1];  $R_{wz} = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ МПа}$

$R_{wz}$  - расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу границы сплавления;

### 2.2.2 Выбор расчетной схемы металлической фермы

Расчет ведется в программном комплексе «SCAD Office» [8,9].

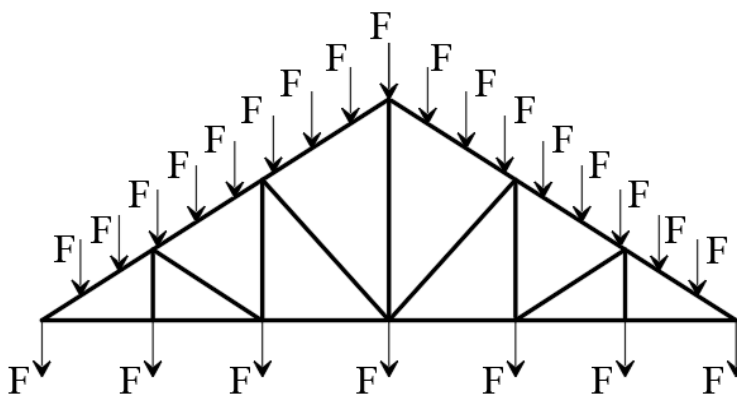


Рисунок 10 – Расчетная схема металлической фермы

### 2.2.3 Определение снежной и ветровой нагрузок

Определение нормативной нагрузки от снега:

$$S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (18)$$

где  $S_g = 1,2 \text{ кПа}$  т. 10.1[10] – величина снегового покрова зависит от района строительства с. Прихольме относится ко II климатической зоне по снеговому покрову карта 1 [10].

$c_e = 1$  п. 10.5[10] – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов.

$c_t = 1$  п. 10.6[10] – термический коэффициент

$\mu = 1$ , при угле наклона  $\alpha < 30^\circ$  прил. Г.1 схема 2 [10] – коэффициент перехода весового покрова к снеговой нагрузке.

$$S_0 = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 0,84 \text{ кПа}$$

Ветровая нагрузка в расчете не учитывается так как на поверхности фермы наблюдается отрицательное ветровое давление (прил. Д.1.2 [10]).

## 2.2.4 Сбор нагрузок на ферму

Сбор нагрузок на металлическую ферму рассматриваем в таблице 7.

Таблица 7 – Сбор нагрузок на металлическую ферму

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка $\text{кН/м}^2$ $q^n = \delta \cdot \rho$	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f \geq 1$ т. 7.1 [10]	Расчётная нагрузка, $\text{кН/м}^2$ $q^p = q^n \cdot \gamma_f$
Постоянная нагрузка: 1. Профлист: $\delta = 0,005 \text{ м}$ , $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1]	0,39	1,3	0,51
2. П образная оцинкованная решетина: $\delta = 0,008 \text{ м}$ , $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1]	0,628	1,2	0,75
Итого:	1,02		1,26
Временная нагрузка: Снеговая нагрузка	0,84	1,4 п. 10.12 [10]	1,17
Общая нагрузка	1,86		2,43

## 2.2.5 Определение расчетной длины элементов фермы

Расчетные длины сжатых элементов плоских ферм за исключением элементов, указанных в п. 10.1.2 [7] и п. 10.1.3 [7] следует принимать по таблице 24 [7]. Фрагмент таблицы 24 представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчетные длины металлической фермы

Наименование продольного изгиба элемента фермы	Расчетная длина	
	Опорных раскосов и опорных стоек	Прочих элементов решетки
В плоскости фермы	$l_x = l_0^*$	$l_x = 0,9 \cdot l_0$
Из плоскости фермы	$l_y = l_1^{**}$	$l_y = 0,9 \cdot l_1$
* $l_0$ - геометрическая длина элемента		
** $l_1$ - расстояние между центрами узлов, закрепленных от смещения в плоскости фермы		

## 2.2.6 Подбор сечений сжатых элементов

Расчет ведется в программном комплексе «SCAD Office».

Определяем требуемую площадь сечения элемента:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (19)$$

где  $N$  - расчетное сжимающее усилие кН;

$R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 240$  МПа, т. В.5 [1];

$\gamma_c = 1$  т. 1 [7]- коэффициент условия работы;

По полученной требуемой площади по сортаменту [9] подбираем подходящий профиль.

Проверяем подобранное сечение. Определяем наибольшую гибкость. Она будет располагаться относительно оси  $y - y$  так как радиус инерции относительно оси  $y - y$  меньше радиуса оси  $x - x$ .

По наибольшей гибкости определяем фактическое значение продольного изгиба  $\varphi_c$  по таблице Д.1 [7]. Проверяем условие, чтобы гибкость была не больше предельной гибкости установленной и устойчивость элемента.

Проверка устойчивости:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (20)$$

где  $N$  - расчетная нагрузка на элемент кН;

$\varphi$  - коэффициент устойчивости;

$A$  - площадь сечения;

$R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 240$  МПа, т. В.5 [7];

$\gamma_c = 1$  т. 1 [7]- коэффициент условия работы;

Устойчивость должна быть обеспечена.

Подбор сечения осуществляется в программном комплексе «SCAD Office».

### Верхний пояс фермы

Принимаем по ГОСТ [11] составное сечение в виде равнополочного уголка [L100x7] для верхнего пояса фермы.

Геометрические характеристики сечения представлены в миллиметрах (рисунок 11):

#### Группа верхний пояс

Коэффициент условий работы – 1,0

Предельная гибкость – 120,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X1, Y1$  – 1,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X1, Z1$  – 1,0

Длина элемента – 5,34 м

В таблице 9 представлены результаты расчета в программном комплексе «SCAD Office».

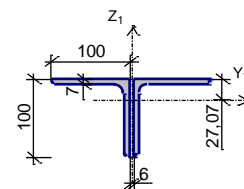


Рисунок 11 – Характеристики составного сечения

Таблица 9 – Результаты расчета по группам предельных состояний

Результаты расчета согласно СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,23
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,03
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,29
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,57
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,98
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,97
п.7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,21
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,69
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,96
Коэффициент использования 0,98 - Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)		

### Нижний пояс фермы

Принимаем по [11] составное сечение в виде швеллера с параллельными гранями полок [10П] для нижнего пояса фермы.

Геометрические характеристики сечения представлены в миллиметрах (рисунок 12):

#### Группа нижний пояс

Коэффициент условий работы – 1,0

Предельная гибкость – 400,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1$ ,  $Y_1$  – 1,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1$ ,  $Z_1$  – 1,0

Длина элемента – 4,76 м

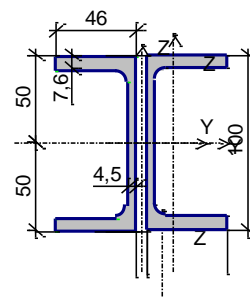


Рисунок 12 – Характеристики составного сечения

В таблице 10 представлены результаты расчета в программном комплексе «SCAD Office».

Таблица 10 – Результаты расчета по группам предельных состояний

Результаты расчета согласно СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,06

Окончание таблицы 10

1	2	3
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,47
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,66
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,62
Коэффициент использования 0,66 - Предельная гибкость в плоскости XOY		

### Крайние стойки фермы

Принимаем по [11] составное сечение в виде равнополочного уголка [L20x3] для верхнего пояса фермы.

Геометрические характеристики сечения представлены в миллиметрах (рисунок 12):

#### Группа крайние стойки фермы

Коэффициент условий работы – 1,0

Предельная гибкость – 120,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости X1, Y1 – 1,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости X1, Z1 – 1,0

Длина элементов – 0,8, 1,6 м

В таблице 11 представлены результаты расчета в программном комплексе «SCAD Office».

Таблица 11 – Результаты расчета по группам предельных состояний

Результаты расчета согласно СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.1	Прочность элемента	0,27
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,34
Коэффициент использования 0,34		

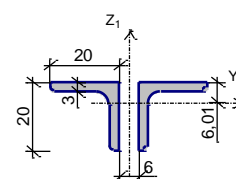


Рисунок 13 – Характеристики составного сечения

### Средняя стойка фермы

Принимаем по [11] составное сечение в виде равнополочного уголка [L20x3] для верхнего пояса фермы.

Геометрические характеристики сечения представлены в миллиметрах (рисунок 13):

#### Группа средняя стойка фермы

Коэффициент условий работы – 1,0

Предельная гибкость – 120,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости X1, Y1 – 1,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости X1, Z1 – 1,0

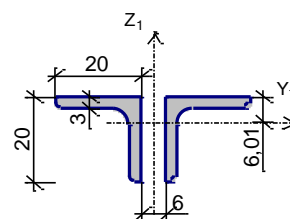


Рисунок 13 – Характеристики составного сечения



Длина элемента – 2,4 м

В таблице 12 представлены результаты расчета в программном комплексе «SCAD Office».

Таблица 12 – Результаты расчета по группам предельных состояний

Результаты расчета согласно СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.1	Прочность элемента	0,94
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,8
Коэффициент использования 0,94		

### Раскосы фермы

Принимаем по [11] составное сечение в виде равнополочного уголка [L45x3] для верхнего пояса фермы.

Геометрические характеристики сечения представлены в миллиметрах (рисунок 14):

#### Группа раскосы фермы

Коэффициент условий работы – 1,0

Предельная гибкость – 120,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости

X1, Y1 – 1,0

Коэффициент расчетной длины в плоскости

X1, Z1 – 1,0

Длина элементов – 1,78; 2,25 м

В таблице 13 представлены результаты расчета в программном комплексе «SCAD Office». Вывод

Таблица 13 – Результаты расчета по группам предельных состояний

Результаты расчета согласно СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.1	Прочность элемента	0,22
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,61
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,38
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,89
Коэффициент использования 0,89		

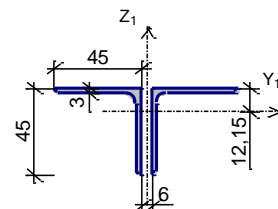


Рисунок 14 – Характеристики составного сечения

Вывод: Проверки условий конструирования фермы обеспечены.

### 2.2.8 Расчет катетов сварного шва в месте соединения поясов фермы

Расчет осуществляется в программном комплексе «SCAD Office» [8,9].

Исходные данные используемые для расчета в программном комплексе «SCAD Office» Кристалл:

1. Сталь – С245;
2. Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению  $R_{wst} = 41794 \text{ Т/м}^2$ ;
3. Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва  $R_{wf} = 18348,6 \text{ Т/м}^2$
4. Вид сварки - Автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварной проволоки не менее 1.4-2.0 мм;
5. Положение шва – в лодочку;
6. Усилие - 9,2 Т;
7. Сечение – сварной двутавр из швеллеров;
8. Катет шва у полки  $k_f = 2 \text{ мм}$ ;
9. Катет шва у стенки  $k_f = 2 \text{ мм}$ ;

По заданным характеристикам производим проверку толщины шва у полки и у стенки (таблица 14).

Таблица 14 – Результаты расчета катета сварного шва.

Проверено по СП [7]	Проверка	Коэффициент использования
п.14.1.16 формула (176)	по металлу шва	0,731
п.14.1.16 формула (177)	по металлу границы сплавления	0,678
Коэффициент использования по металлу шва - 0,731		

### 2.2.9 Расчет длины сварных швов

Длина сварного шва при разрушении по металлу определяется по формуле:

$$l_w = \frac{N}{k_f \cdot n \cdot (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c \cdot \beta_f)}, \quad (21)$$

где  $N$  - усилие в элементе;

$k_f$  - катет сварного шва;

$n$  - количество сварных швов;

$R_{wf} = 180 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$  т. Г. 2 [7] - расчетное сопротивление сварного соединения при расчете по границе сплавления;

$\gamma_{wf} = 1$  п. 14.1.16 [7]- коэффициент условия работы сварного шва

$\gamma_c = 0,9$  т. 1 [7]- коэффициент условия работы

$\beta_f = 0,9$  т. 39[7]- коэффициент глубины проплавления шва для сталей с пределом текучести менее 580 МПа.

Длина сварного шва при разрушении по металлу по границе сплавления определяется по формуле:

$$l_w = \frac{N}{k_f \cdot n \cdot (R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c \cdot \beta_z)}, \quad (22)$$

где  $\gamma_{wz} = 1$  п. 14.1.16 [7]- коэффициент условия работы сварного шва

$\beta_z = 1,05$  т. 39[7]- коэффициент глубины проплавления шва для сталей с пределом текучести менее 580 МПа.

$R_{un}$  - временное сопротивление стали принимаемое государственным стандартам и техническим условиям на сталь;  $R_{un} = 410 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$  т. Г. 2 [7];

$R_{wz}$  - расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу границы сплавления;  $R_{wz} = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ МПа}$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{l_w \cdot z_0}{h}, \quad (23)$$

где  $z_0$  - расстояние от центра тяжести уголка до обушка;

$h$  - высота сечения уголка;

$$l_w^{об} = l_w - l_w^n \quad (24)$$

Определение длины сварного шва для верхнего пояса фермы при разрушении по металлу шва:

$$l_w = \frac{8,19 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (180 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9)} = 28,08 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{28,08 \cdot 3,5}{10,0} = 9,83 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 28,08 - 9,83 = 18,25 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l_w^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 9,83 + 1 = 10,83 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l_w^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 18,25 + 1 = 19,25 \text{ см}$$

Длина сварного шва для верхнего пояса фермы при разрушении по металлу по границе сплавления определяется по формуле:

$$l_w = \frac{8,19 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (184,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05)} = 23,48 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{23,48 \cdot 3,5}{10,0} = 8,21 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 23,48 - 8,21 = 15,27 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 8,21 + 1 = 9,21 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 15,21 + 1 = 16,21 \text{ см}$$

Определение длины сварного шва для нижнего пояса фермы при разрушении по металлу шва:

$$l_w = \frac{11,89 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (180 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9)} = 40,8 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{40,8 \cdot 1,48}{5,0} = 12,07 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 40,8 - 12,07 = 28,73 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 12,07 + 1 = 13,07 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 28,73 + 1 = 29,73 \text{ см}$$

Длина сварного шва для нижнего пояса фермы при разрушении по металлу по границе сплавления определяется по формуле:

$$l_w = \frac{11,89 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (184,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05)} = 34,09 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{34,09 \cdot 1,71}{5,0} = 11,65 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 34,09 - 11,65 = 22,44 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 11,65 + 1 = 12,65 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 22,44 + 1 = 23,44 \text{ см}$$

Определение длины сварного шва для крайних стоек фермы при разрушении по металлу шва:

$$l_w = \frac{2,72 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (180 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9)} = 9,3 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{9,3 \cdot 0,59}{2,0} = 2,74 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 9,3 - 2,74 = 6,56 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 2,74 + 1 = 3,74 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 6,56 + 1 = 7,56 \text{ см}$$

Длина сварного шва для крайних стоек фермы при разрушении по металлу по границе сплавления определяется по формуле:

$$l_w = \frac{2,7 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (184,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05)} = 7,74 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{7,74 \cdot 0,59}{2,0} = 2,28 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 7,74 - 2,28 = 5,46 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 2,28 + 1 = 3,28 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 5,46 + 1 = 6,46 \text{ см}$$

Определение длины сварного шва для средней стойки фермы при разрушении по металлу шва:

$$l_w = \frac{6,33 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (180 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9)} = 21,7 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{21,7 \cdot 0,59}{2,0} = 6,40 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 21,7 - 6,40 = 15,3 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 6,40 + 1 = 7,40 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 15,3 + 1 = 16,3 \text{ см}$$

Длина сварного шва для средней стойки фермы при разрушении по металлу по границе сплавления определяется по формуле:

$$l_w = \frac{6,33 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (184,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05)} = 18,15 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{18,15 \cdot 0,59}{2,0} = 5,35 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 18,15 - 5,35 = 12,8 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 5,35 + 1 = 6,35 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 12,8 + 1 = 13,8 \text{ см}$$

Определение длины сварного шва для восходящих раскосов фермы при разрушении по металлу шва:

$$l_w = \frac{3,38 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (180 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9)} = 11,59 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{11,59 \cdot 1,59}{4,5} = 4,09 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 11,59 - 4,09 = 7,5 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 4,09 + 1 = 5,09 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по обушку:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 7,5 + 1 = 8,5 \text{ см}$$

Длина сварного шва для средней стойки фермы при разрушении по металлу по границе сплавления определяется по формуле:

$$l_w = \frac{3,38 \cdot 10^3}{1 \cdot 2 \cdot (184,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05)} = 9,69 \text{ см}$$

Определение расчетных длин сварного шва по обушку и перу:

$$l_w^n = \frac{9,69 \cdot 1,59}{4,5} = 3,42 \text{ см}$$

$$l_w^{об} = 9,69 - 3,42 = 6,27 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^n + 1 \text{ см} = 3,42 + 1 = 4,42 \text{ см}$$

Принимаем длину сварного шва по перу:

$$l^n = l_w^{об} + 1 \text{ см} = 6,27 + 1 = 7,27 \text{ см}$$

### 3 Исходные данные на проектирование фундаментов

#### 3.1 Оценка инженерно - геологического условия.

Площадка для строительства расположена в селе Прихольмье Красноярского края Минусинского района.

Сейсмичность района составляет согласно [12] 7 баллов с 10% сейсмического воздействия.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта -  $d_{fn} = 2,9$  м.

Территория спланирована с абсолютными отметками земли 336,20. В геолого – литологическом строении участвуют перекрытые техногенными грунтами аллювиальные четвертичные отложения.

С поверхности и до глубины 3,67 метра залегают насыпные грунты, представленные полутвердыми суглинками с включением гальки, битого кирпича и строительного мусора.

Ниже вскрыты пластичные супеси, а с глубины 3,67 – 3,69 текуче пластичные суглинки согласно рисунку 15.

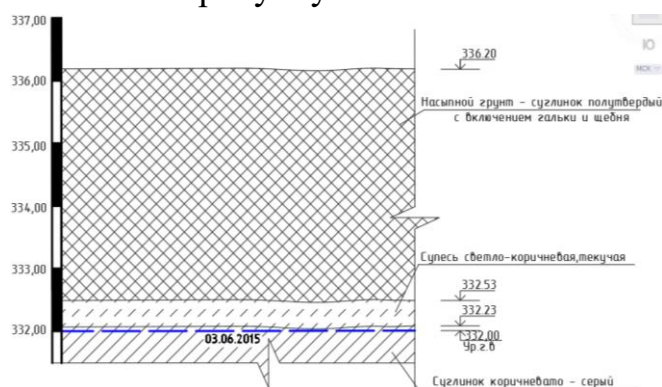


Рисунок 15 – Геологический разрез

Уровень грунтовых вод на период изысканий (июль 2015 года) был обнаружен на глубине 4,2 м. Повышение уровня грунтовых вод происходит весной в период таяния снегов.

Для определения основных характеристик грунта под подошвой фундаментов был отобран монолит. После проведения всех исследований были установлены геологические условия на строительной и получены основные характеристики грунта (таблица 15).

Таблица 15 – Основные характеристики грунта

Естеств. влажность, д.ед	Степень влаж., д.ед.	Плотн. частиц гр., г/см <sup>3</sup>	Плотн. Грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотн. сухого гр., г/см <sup>3</sup>	Пористость, д.ед.	Коэф. порист., д.ед.				Консистенция
							предельная текущая	предельная раскаты	число пластичн.	
0,25	0,838	2,71	1,86	1,48	0,45	0,832	0,25	0,18	0,07	1,06

Согласно гранулометрическому составу частицы от 0.1 -0,05 мм составили 23%.

### 3.2 Описание конструктивного решения.

Конструктивное решение секции школы представляет собой двухэтажное здание без подвала.

Конструктивная схема – металлический каркас.

Размеры здания в плане –  $L_1 \times L_2 = 60.450 \times 9.53$  м.

Временная нагрузка на перекрытие -  $P_t = 2,0$  кПа т. 8.3 [10];

Более подробное описание конструктивного решения представлено в п. 1.2 пояснительной записки.

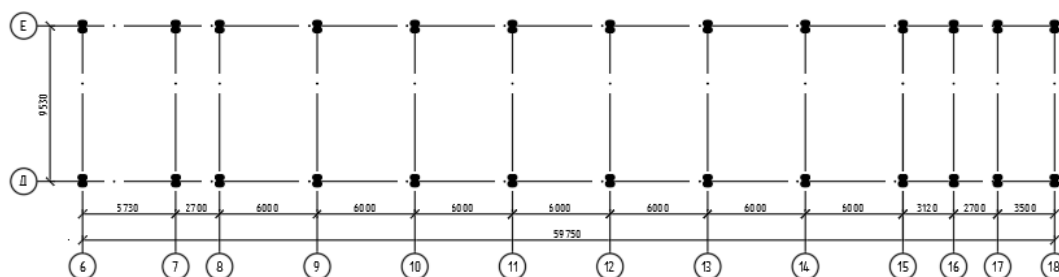


Рисунок 16 – Схема расположения колонн

### 3.3 Определение нагрузок, действующих на фундамент.

Подробные расчеты снеговой и ветровой нагрузок представлены в п. 2.2.3 пояснительной записки. Осуществляем сбор нагрузок на  $1 \text{ м}^2$  кровли в таблице 16.

Таблица 16 – Сбор нагрузок на  $1 \text{ м}^2$  кровли.

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка $\text{кН/м}^2$ $q^n = \delta \cdot \rho$	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f \geq 1$ т. 7.1 [10]	Расчётная нагрузка, $\text{кН/м}^2$ $q^p = q^n \cdot \gamma_f$
1	2	3	4
Постоянная нагрузка: 1. Профлист: $\delta = 0,005$ м, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ прил. Т.1 [1] 2. П образная оцинкованная решетина: $\delta = 0,008$ м, $\rho = 7850$ $\text{кг/м}^3$ прил. Т.1 [1] 3. Металлическая ферма:	0,39 0,628 0,235	1,3 1,2 1,05	0,51 0,75 0,25
Итого:	1,25		1,51
Временная нагрузка: Снеговая нагрузка	0,84	1,4 п. 10.12 [10]	1,17
Общая нагрузка	2,09		2,68



Осуществляем сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> покрытия (таблица 17) и перекрытия (таблица 18).

Таблица 17 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> покрытия.

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН/м <sup>2</sup> $q^n = \delta \cdot \rho$	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f \geq 1$ т. 7.1 [10]	Расчётная нагрузка, кН/м <sup>2</sup> $q^p = q^n \cdot \gamma_f$
Постоянная нагрузка:			
1. Ц. п. стяжка: $\delta = 0,03$ м, $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [1]	0,54	1,3	0,70
2. Минеральная вата: $\delta = 0,19$ м, $\rho = 40$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [1]	0,076	1,2	0,09
3. Полиэтиленовая пленка: $\delta = 0,0002$ м, $\rho = 30$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [1]	0,006	1,2	0,007
4. Металлический профиль: $\delta = 0,01$ м, $\rho = 7850$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [1]	0,78	1,2	0,94
Итого:	1,4		1,74
Временная нагрузка: Равномерно распределенная нагрузка т. 8.3 [10]	0,7	1,3 п. 8.2.2 [10]	0,91
Общая нагрузка	0,98		1,58

Таблица 18 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН/м <sup>2</sup> $q^n = \delta \cdot \rho$	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f \geq 1$ т. 7.1 [8]	Расчётная нагрузка, кН/м <sup>2</sup> $q^p = q^n \cdot \gamma_f$
1	2	3	4
Постоянная нагрузка:			
1. Линолеум ПВХ: $\delta = 0,01$ м, $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [3]	0,18	1,2	0,22
2. Ц.п.стяжка: $\delta = 0,07$ м, $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [3]	1,26	1,3	1,64

Окончание таблицы 18

1	2	3	4
3. Монолитная плита покрытия: $\delta = 0,15$ м, $\rho = 2500$ кг/м <sup>3</sup> прил. Т.1 [3]	3,75	1,3	4,87
Итого:	5,19		6,73
Временная нагрузка: Равномерно распределенная нагрузка т. 8.3 [10]	2,0	1,2 п. 8.2.2 [10]	2,6
Общая нагрузка	7,19		9,33

Осуществляем подбор балки перекрытия.

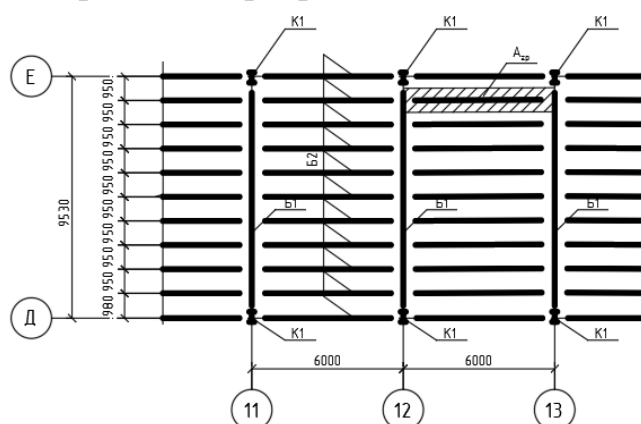


Рисунок 17 – Грузовая площадь металлической балки перекрытия

Определение грузовой площади металлической балки перекрытия:

$$A_{gp} = (0,95 \cdot 6,0) = 5,7 \text{ м}^2$$

Определение погонной расчетной нагрузки металлической балки:

$$q_o = (1,02 \div 1,05) \sum q^n \cdot a = 1,03 \cdot 9,13 \cdot 0,95 = 8,93 \text{ кН/м} \quad (25)$$

Определение погонной нормативной нагрузки металлической балки:

$$q_o^n = (1,02 \div 1,05) \sum q^n \cdot a = 1,03 \cdot 7,19 \cdot 0,95 = 7,03 \text{ кН/м} \quad (26)$$

Подбор сечения балки перекрытия

Определение требуемого момента сопротивления:

$$W_{mp} = \frac{M_{\max}}{(R_y \cdot \gamma_c \cdot c)} = \frac{40,19 \cdot 10^5}{(240 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 1,12)} = 149,51 \text{ см}^3, \quad (27)$$

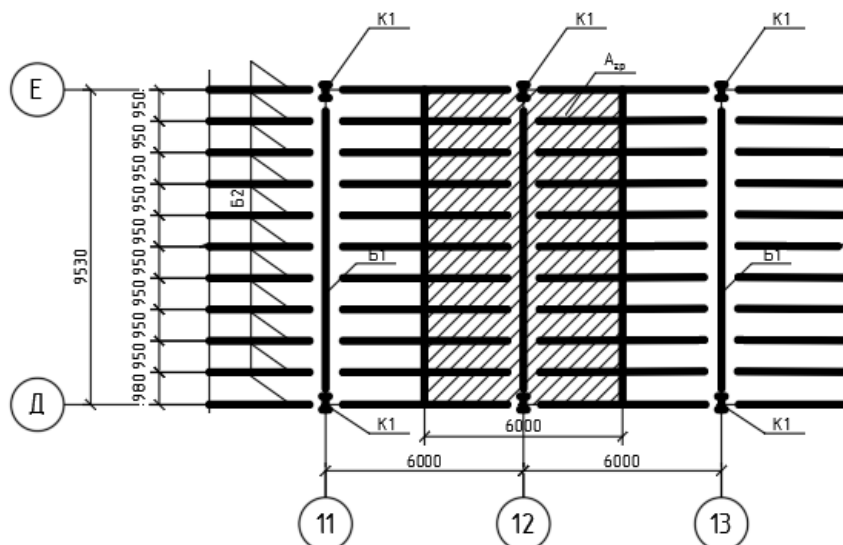
где,  $R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 240$  МПа, т. В.5 [7]

$\gamma_c = 1$  - коэффициент условия работы элементов конструкций;

$c$  - коэффициент учитывающий развитие пластических деформаций т. Е.1 [7];

Принимаем по сортаменту профиль [20 Б1] по ГОСТ 26020-83.

Осуществляем подбор главной металлической балки.



Определение грузовой площади металлической главной балки перекрытия:

Определение расчетной погонной нагрузки:

### Определение нормативной погонной нагрузки:

## Подбор сечения главной балки

Определение требуемого момента сопротивления:

где,  $R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 240 \text{ МПа}$ , т. В.5 [7]

 $\gamma_c = 1$  - коэффициент условия работы элементов конструкций

$c$  - коэффициент учитывающий развитие пластических деформаций т. Е.1

[6]

Принимаем по сортаменту профиль [24] по ГОСТ 8239-72.

$W_x = 289,0 \text{ см}^3 > W_{md} = 274,55 \text{ см}^3$  с линейной плотностью  $m = 27,30 \text{ кг}$  за 1 метр;

Осуществляем подбор металлической колонны.

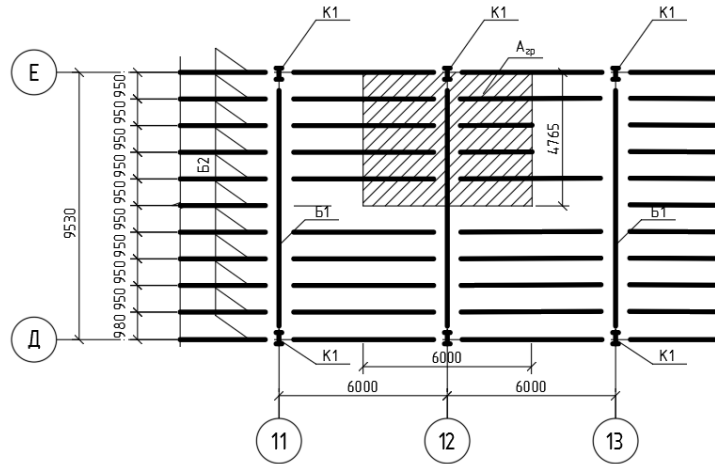


Рисунок 19 – Грузовая площадь металлической колонны

Определение расчетной нагрузки на колонну через грузовую площадь:

$$N_2 = 1,02 \div 1,04 \cdot A_{гр} \cdot (g_{пок} \cdot \gamma_n + g_{перек} \cdot \gamma_n + g_{кр} \cdot \gamma_n) + N_{пок} \cdot L_{пок} + N_{перек} \cdot L_{перек} + N_{г.б.} \cdot L_{г.б.},$$

где,  $A_{гр}$  - грузовая площадь колонны;

$g_{пок}$  - нагрузка на 1 м<sup>2</sup> от покрытия (таблица 16);

$g_{перек}$  - нагрузка на 1 м<sup>2</sup> от перекрытия (таблица 17);

$g_{кр}$  - нагрузка на 1 м<sup>2</sup> от кровли (таблица 15);

$N_{пок}$  - линейная плотность балки покрытия;

$L_{пок}$  - длина балки покрытия;

$N_{перек}$  - линейная плотность балки перекрытия;

$L_{перек}$  - длина балки перекрытия;

$N_{г.б.}$  - линейная плотность главной балки;

$L_{г.б.}$  - длина главной балки;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению;

$$N_2 = 1,02 \div 1,04 \cdot 28,59 \cdot (158 \cdot 0,95 + 933 \cdot 0,95 + 268 \cdot 0,95) + 18,10 \cdot 6,0 + 22,4 \cdot 6,0 + 27,30 \cdot 9,53 = 38886,08$$

кг = 388,86 кН

Определение нормативной нагрузки на колонну через грузовую площадь:

$$N_2 = 1,02 \div 1,04 \cdot 28,59 \cdot (98 \cdot 0,95 + 719 \cdot 0,95 + 209 \cdot 0,95) + 18,10 \cdot 6,0 + 22,4 \cdot 6,0 + 27,30 \cdot 9,53 = 29481,00$$

кг = 294,81 кН

Сбор нагрузок от кирпичной кладки на 1 погонный метр:

$$N = 1,1 \cdot h_{см} \cdot \rho \cdot t_{см} + 1,2 \cdot h_{умен} \cdot \rho \cdot t_{умен}, \quad (31)$$

где,  $h_{см}$  - высота стены;

$\rho$  - плотность кирпичной кладки;

$t_{см}$  - толщина стены;

$h_{yten}$  - высота утеплителя;

$\rho$  - плотность утеплителя;

$t_{yten}$  - толщина утеплителя;

$$N = 1,1 \cdot 8,52 \cdot 1400 \cdot 0,12 + 1,2 \cdot 8,52 \cdot 40 \cdot 0,13 + 1,1 \cdot 8,52 \cdot 1600 \cdot 0,12 = 3418,07 \text{ кг/м} = 34,18 \text{ кН/м}$$

#### Подбор сечения прокатной колонны

Задаемся гибкостью колонн:

$$\lambda = 100 \div 70 \text{ при } N \leq 2500 \text{ кН}$$

Принимаем  $\lambda = 100$

Определяем условную гибкость  $\bar{\lambda}$ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (32)$$

где  $\lambda$  - гибкость колонны;

$R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 320$  МПа, т. В.5 [7];

$E = 2,06 \cdot 10^5$  МПа – модуль упругости стали т. Г.10[7];

$$\bar{\lambda} = 100 \sqrt{\frac{320}{206000}} = 3,7$$

Принимаем тип сечения в т. 7 [1] коэффициент  $\varphi = 0,514$  т.Д.1 [7].

Определение требуемой площади сечения колонны:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (33)$$

где  $N$  - расчетная нагрузка на колонну кН;

$R_y$  - расчет сопротивление стали растяжению;  $R_y = 320$  МПа, т. В.5 [7];

$\gamma_c = 1$  т. 1 [6]- коэффициент условия работы;

$$A_{mp} = \frac{388,86 \cdot 10^3}{0,514 \cdot 320 \cdot 10^6 \cdot 1} = 23,82 \text{ см}^2$$

Колонну принимаем согласно примерному значению  $A_{mp}$ , а также с учетом радиусов инерции. По полученной площади подбираем колонну [20Б1] по ГОСТ 26020-83 с линейной плотностью  $m = 18,8$  кг за 1 метр;

Определение расчетной нагрузки от собственного веса колонны:

$$N_\kappa = N_2 + L \cdot m, \quad (34)$$

где  $N_2$  - нагрузка на колонну;

$L$  - длина колонны;

$m$  - линейная плотность колонны 18Б2;

$$N_\kappa = 38886,08 + 8,21 \cdot 18,8 = 39069,98 \text{ кг} = 390,70 \text{ кН}$$

Определение нормативной нагрузки от собственного веса колонны:

$$N_{\kappa} = N_2 + L \cdot m, \quad (35)$$

где  $N_2$  - нагрузка на колонну;

$L$  - длина колонны;

$m$  - линейная плотность колонны 18Б2;

$$N_{\kappa} = 29481,00 + 8,21 \cdot 18,8 = 29664,90 \text{ кг} = 296,65 \text{ кН}$$

Определение общей расчетной нагрузки на фундамент:

$$N_{\text{общ}} = N_1 + N = 390,70 + 34,18 = 424,88 \text{ кН/м}$$

Определение общей нормативной нагрузки на фундамент:

$$N_{\text{общ}} = N_1 + N = 296,65 + 34,18 = 330,83 \text{ кН/м}$$

### 3.4 Общие сведения о фундаменте.

Изначально проводили изыскания 2 организации по итогам которых было принято решения о демонтаже школы и замене ленточных фундаментов на свайные основываясь на том, что грунт под и фундаментами является слабым и текучим. Такое решение получилось очень затратным и было принято решение пригласить еще одну компанию, которая изначально планировала усилить грунт с помощью шпунтовой стенки. Однако следовало установить общую несущую способность грунта. Таким образом и было принято решение о проведении штамповых испытаний под основанием [13-15]. В связи с полученным результатом было принято решение об усилении здания школы. Однако мое решение подразумевает строительство новой блоков взамен аварийных с сохранением существующих фундаментов (рисунок 20). Однако в местах установки колонн демонтируются верхние сборные блоки и заменить их на монолитные. Таким образом будет достигнуто лучшее сопряжение колонн с существующими ленточными фундаментами.

Фундаменты по оси Д и Е представлены: ФБС 24.5.6 – Т; ФБС 12.5.6 – Т; ФБС 9.5.6 – Т. По средней оси: ФБС 24.4.6 – Т; ФБС 12.4.6 – Т; ФБС 9.4.6 – Т.

### 3.5 Проверка несущей способности существующего фундамента.

Определение среднего давления под подошвой фундамента от нормативных нагрузок:

$$P = \frac{N^n + b \cdot \gamma_{cp} \cdot d_1}{b}, \quad (36)$$

где  $N^n$  - нормативная нагрузка на обрез фундамента;

$b$  - ориентировочные размеры фундамента;

$\gamma_{cp}$  - среднее значение удельного веса фундамента и грунта выше подошвы

Определение среднего давления под подошвой фундамента от нормальных нагрузок.

$$P = \frac{N^n + b \cdot \gamma_c \cdot d_1}{b}, \quad (37)$$

где  $N^n$  - нормативная нагрузка на обреза фундамента;

$b$  - ориентировочные размеры фундамента;

$\gamma_{cp}$  - среднее значение удельного веса фундамента и грунта выше подошвы

$$P = \frac{330,83 + 1,6 \cdot 20 \cdot 3,15}{1,6} = 269,77 \text{ кПа}$$

Определение расчетного давления грунта п. 5.6.7:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \left[ M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c_{II} \right], \quad (38)$$

где  $\gamma_{c1} = 1,25$ ;  $\gamma_{c2} = 1,0$  т. 5.4 [16] – коэффициенты условий работы;

$K = 1,1$  п. 5.6.7 [16] так как  $\varphi_{II}$  и  $C_n$  определяются по СП 22.13330.2011;

$K_z = 1$  так как  $b < 10$  м.

$\gamma_{II} > \gamma_{II}^*$  в связи с тем, что грунт под подошвой фундамента не однороден

$\gamma_{II} = 1,86 \text{ т/м}^3 = 18,6 \text{ кН/м}^3$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундаментов п. 5.6.7 [16];

$\gamma_{II}^* = 1,75 \text{ т/м}^3 = 17,5 \text{ кН/м}^3$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундаментов п. 5.6.7 [16];

$c_{II} = 22$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента т. Б2 [16];

$\varphi_{II} = 22$  - угол внутреннего трения т. Б2 [16];

$M_\gamma = 0,61$  – коэффициент учитывающий удельный вес грунта, в зависимости от  $\varphi_{II}$  т. 5.5 [4];

$M_q = 3,44$  - коэффициент учитывающий нагрузку на основание т. 5.5 [16];

$M_c = 6,04$  - коэффициент учитывающий сцепление с грунтом т. 5.5 [16];

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,0}{1,1} [0,61 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 18,6 + 3,44 \cdot 3,15 \cdot 17,5 + 6,04 \cdot 22] = 367,76 \text{ кПа}$$

Проверка выполнения условия условий  $P < R$ :

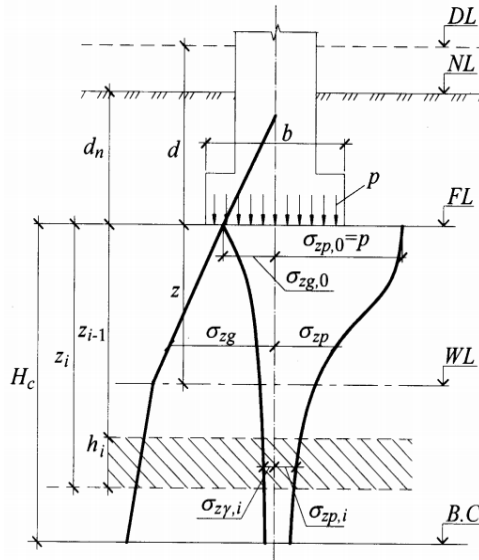
$$P = 269,77 \text{ кПа} < R = 367,76 \text{ кПа}$$

Вывод: Условие выполняется, ширина фундамента удовлетворяет нашим нагрузкам. Принимаем 1,6 м.

### 3.6 Расчет осадок фундамента на продавливание.

Для основания, сложенного нескальными грунтами расчет по деформациям является необходимым. Полученные значения в результате расчета сравнивают с предельно допустимыми, приведенным в т. Д.1 [16].

Осадку фундаментов определяем методом элементарного суммирования. Для этого строим эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной (рисунок 20).



$DL$  — отметка планировки;  $NL$  — отметка поверхности природного рельефа;  $FL$  — отметка подошвы фундамента;  $WL$  — уровень подземных вод;  $B.C$  — нижняя граница сжимаемой толщи;  $d$  и  $d_n$  — глубина заложения фундамента соответственно от уровня планировки и поверхности природного рельефа;  $b$  — ширина фундамента;  $p$  — среднее давление под подошвой фундамента;  $\sigma_{zg}$  и  $\sigma_{zg,0}$  — вертикальное напряжение от собственного веса грунта на глубине  $z$  от подошвы фундамента и на уровне подошвы;  $\sigma_{zp}$  и  $\sigma_{zp,0}$  — вертикальное напряжение от внешней нагрузки на глубине  $z$  от подошвы фундамента и на уровне подошвы;  $\sigma_{z\gamma,i}$  — вертикальное напряжение от собственного веса вынутого в котловане грунта в середине  $i$ -го слоя на глубине  $z$  от подошвы фундамента;  $H_c$  — глубина сжимаемой толщи

Рисунок 20 – Схема распределения вертикальных напряжений в линейно – деформируемом полупространстве

Определение вертикального эффективного напряжения от собственного веса грунта:

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i, \quad (39)$$

где  $\gamma_i$  - удельный вес  $i$ -го слоя грунта;

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта.

Определение вертикального эффективного напряжения на поверхности земли:

$$\sigma_{zg0} = 0 \text{ кПа}$$

Определение вертикального эффективного напряжения на уровне подошвы фундаментов:

$$\sigma_{zg1} = 17,5 \cdot 3,15 = 57,75 \text{ кПа}$$

Определение вертикального эффективного напряжения на уровне контакта 1-го и 2-го слоя:

$$\sigma_{zg2} = 57,75 + 17,5 \cdot 0,38 = 64,40 \text{ кПа}$$



Определение вертикального эффективного напряжения на 2-го и 3-го слоя:

$$\sigma_{zg3} = 64,40 + 19,4 \cdot 0,3 = 70,22 \text{ кПа}$$

Определение вертикального эффективного напряжения на уровне грунтовых вод с учетом взвешивания:

$$\sigma_{zg4} = 70,22 + 4,97 \cdot 4,2 = 91,09 \text{ кПа}$$

Определение удельного веса грунта с учетом взвешивающего действия грунтовых вод:

$$\gamma_{sb4} = \frac{\gamma_4 - 10}{1 + e_4}, \quad (40)$$

где  $\gamma_4$  - удельный вес третьего слоя грунта;

$e_4$  - коэффициент пористости третьего слоя грунта;

$$\gamma_{sb4} = \frac{19,8 - 10}{1 + 0,97} = 4,97 \text{ кН/м}^3$$

Определение вертикального эффективного напряжения на 3 слое грунта:

$$\sigma_{zg5} = 91,09 + 4,97 \cdot 1,76 = 99,84 \text{ кПа}$$

Определение вертикального эффективного напряжения на 3 слое грунта:

$$\sigma_{zg6} = 99,84 + 4,97 \cdot 0,64 = 103,02 \text{ кПа}$$

Определение вертикального эффективного напряжения на 3 слое грунта:

$$\sigma_{zg7} = 103,2 + 4,97 \cdot 0,64 = 106,38 \text{ кПа}$$

Определение вертикального эффективного напряжения на 3 слое грунта:

$$\sigma_{zg8} = 106,38 + 4,97 \cdot 0,64 = 109,56 \text{ кПа}$$

Определение толщины слоя:

$$t = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 1,6 = 0,64 \text{ м}$$

Определение дополнительного напряжения  $\sigma_{zp}$  на границах каждого  $i$ -го элементарного слоя:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot (p - \sigma_0), \quad (41)$$

где  $\alpha_i$  - коэффициент, характеризующий снижение напряжений по глубине т. 5.8 [14];

$P$  - исходное среднее давление под подошвой фундамента;

$\sigma_0$  - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на отметке подошвы фундамента, кПа;

Так как в нашем случае фундамент ленточный, то  $\eta$  принимается  $\eta \geq 10$ .

Определение исходного среднего давления под подошвой фундамента:

$$p = \frac{P}{b} = \frac{452,92}{1,6} = 283,07 \text{ кПа}$$

Определение давления от подошвы фундамента:

$$\sigma_0 = 283,07 - 57,75 = 225,32 \text{ кПа}$$

Вычисления дополнительных напряжений и последующие определения осадок элементарных слоев приведены в табличной форме (таблица 19).

Таблица 19 - Определение осадки фундамента методом послойного суммирования

Глубина от подошвы фундамента, м	$\zeta = 2 \frac{\sum h_i}{b}$	$\alpha_i$ т. 5.8	$\sigma_{zp} = \alpha \cdot (p - \sigma_{zg0})$ , кПа	$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot (p - \sigma_0)$ , кПа	Номер элементарного слоя	$0,5 \cdot \sigma_{zg}$ , кПа	$E_i$ , МПа	$s = 0,8 \frac{(\sigma_{zpi} - \sigma_{zyi})h_i}{E_i} + 0,8 \frac{\sigma_{zy} h_i}{5E_i}$ , см
0,00	0	1,000	225,32	57,75	1	28,87	3,15	0
0,64	0,8	0,881	198,51	50,88	2	32,20	6,84	1,17
1,28	1,6	0,642	144,66	37,07	3	35,11	6,84	0,85
1,92	2,4	0,477	107,47	27,55	3	45,54	6,30	0,68
2,56	3,2	0,374	84,27	21,60	3	49,92	6,30	0,53
3,10	3,87	0,316	71,20	18,25	3	51,50	5,04	0,57
3,74	4,68	0,264	59,48	15,24	3	53,19	5,04	0,47
4,38	5,47	0,228	51,37	13,17	3	54,78	7,34	0,28
								$\sum S_i = 4,73 \leq S_u = 15$ см

Сравниваем полученную величину осадки с величиной максимальной осадки в т. Д.1 [16].

Вывод: Условие выполняется.

Эпюры природного давления грунта и дополнительных напряжений приведены на рисунке 21.

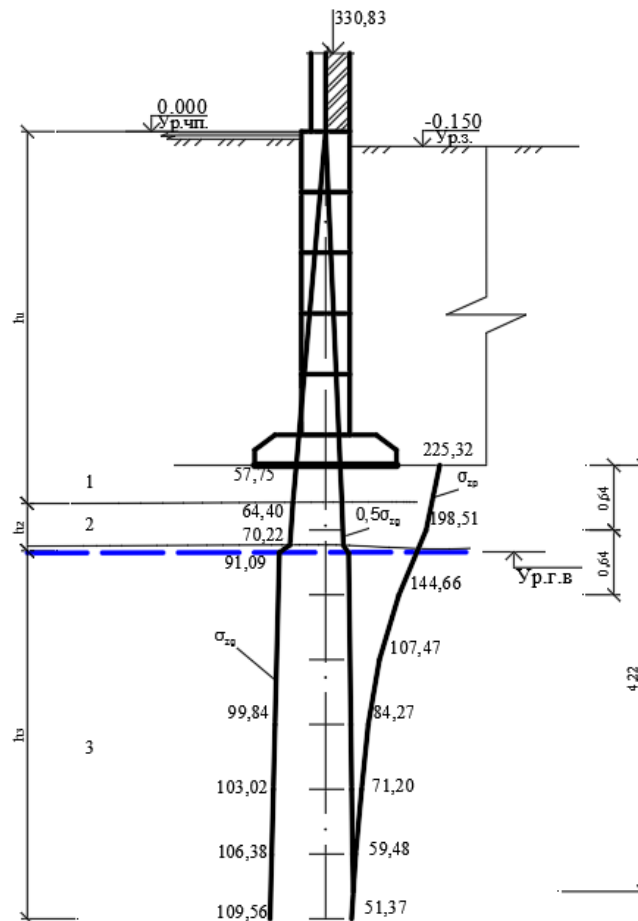


Рисунок 21 - Эпюры природного давления и дополнительных напряжений под подошвой фундамента

В связи с тем, что в пределах сжимаемой толщи имеется грунт меньшей прочности, чем прочность грунта вышележащих слоев, то следует проверить условие согласно п. 5.6.25 [16]:

$$\sigma_z = (\sigma_{zp} - \sigma_{zy}) + \sigma_{zg} \leq R_z, \quad (42)$$

где  $R_z$  - расчетное сопротивление грунта пониженной прочности, кПа, на глубине, вычисленное для условного фундамента шириной  $b_z$ , м;

$\sigma_{zp}, \sigma_{zy}, \sigma_{zg}$  - вертикальные напряжения в грунте на глубине от подошвы фундамента, кПа;

В нашем случае такой грунт располагается непосредственно под подошвой существующего фундамента

$$\sigma_z = (225,32 - 57,15) + 57,75 = 225,32 \leq 367,76$$

Вывод: Условие выполняется.

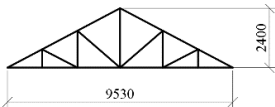
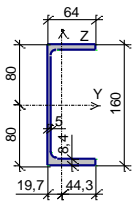

## 4 Технология и организация строительства

### 4.1 Характеристика монтируемых секций школы

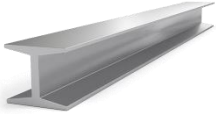

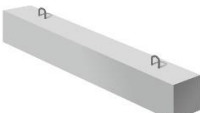
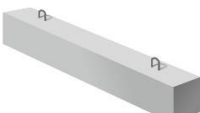

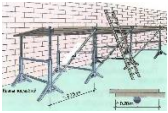
Конструктивное решение секции школы представляет собой двухэтажное здание без подвала. В настоящее время посещаемость составляет 125 человек. Здание представлено в металлическом каркасе с самонесущими кирпичными стенами. Начало строительства апрель. Дальность поставки материалов составляет 54 км. Площадь здания в осях составляет  $60,45 \times 9,53 = 576,08 \text{ м}^2$ .

Фундамент под колонны принят существующий ленточного типа. Перекрытие монолитное толщиной 150 мм. Лестничный марш устраивается из бетонных ступеней по металлическим косоурам. Покрытие устраивается из профилированного настила. Более подробная спецификация сборных элементов представлена в таблице 20.


Таблица 20 – Спецификация сборных элементов

Наименование элемента	Марка элемента	Эскиз	Кол-во шт.	Масса 1 – го элем., т	Масса всех элем., т
1	2	3	4	5	6
Металлическая ферма	Сварная		13	0,460	5,98
Балка покрытия	16П		91	0,085	7,75
Балка перекрытия	20Б1		120	0,134	16,13

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	6
Главная балка	24		13	0,260	3,38
Металлическая колонна	20Б1		26	0,176	4,58
Перемычки	2ПБ 19-3		130	0,081	10,53
Перемычки	2ПБ 22-3		90	0,092	8,28
Подмости	ИПП-1		4	0,245	0,98
Строительные козлы	двухрядные		4	-	-

Окончание таблицы 20

1	2	3	4	5	6
Ящик для раствора	ТР-0,33		2	0,056	0,112

#### 4.2 Ведомость грузозахватных приспособлений

Ведомость объемов работ представлена в Приложении А. Таким образом переходим к подбору грузозахватных приспособлений, которые представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Монтажные и грузозахватные приспособления

Монтажное приспособление	Назначение	Характеристики монтажного приспособления			Примечание
		Масса, т	Высота строповки, м	Грузоподъемность, т	
1	2	3	4	5	6
Четырехветевой строп 4 СК1-3,0	Монтаж кирпичных поддонов, перемычек, главных балок	0,08	4,5	5	
Универсальный петлевой канатный строп УСК1-1,0 $l = 9,0$ м	Монтаж косоуров, балок покрытий и перекрытий, ферм	0,04	4,5	2	

#### 4.3 Выбор монтажного крана

Монтажные характеристики сборных кранов определяют в следующем порядке [17]:

1. Определение монтажной массы;
2. Определение высоты подъема крюка;
3. Определение монтажного вылета крюка;
4. Определение минимально необходимой длины стрелы;

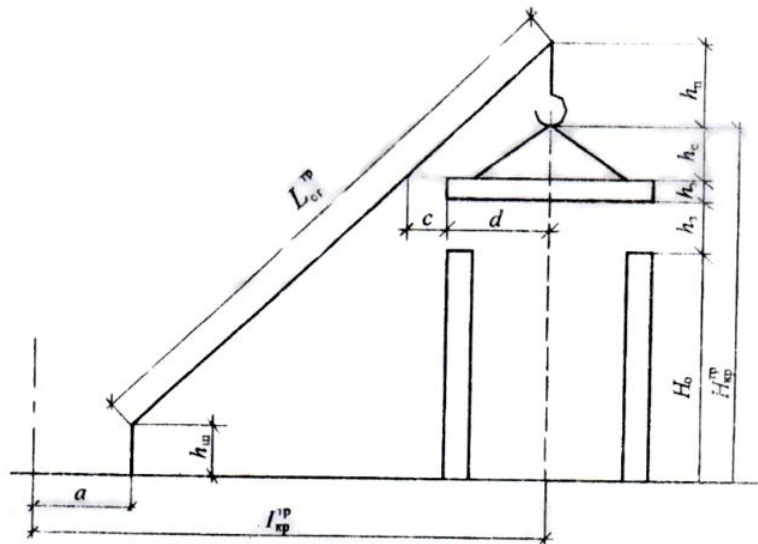


Рисунок 22 – Расчетная схема монтажа элемента

Определение монтажной массы  $M_m$ :

Монтажная масса сборных элементов при выборе самоходных стреловых кранов определяется по формуле:

$$M_m = M_э + M_г, \quad (43)$$

где  $M_э$  – масса наиболее тяжелого элемента группы – металлическая ферма, т;  
 $M_г$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, установленных на элементе до его подъема, т.

$$M_m = 0,46 + 0,04 = 0,50 \text{ т}$$

Определение монтажной высоты подъема крюка  $H_k$ .

Монтажная высота подъема крюка определяется по формуле:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_2 + h_1, \quad (44)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;  
 $h_3$  – запас по высоте,  $h_3=0,3-0,5$ м;

$h_2$  – высота конструкции в положении подъема, м;

$h_1$  – высота грузозахватного устройства – расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка, м.

$$H_k = 8,07 + 0,5 + 2,4 + 4,5 = 15,47 \text{ м}$$

Определение монтажного вылета крюка крана  $l_k$ .

Для определения монтажного вылета крюка крана  $l_k$  необходимо предварительно определить минимально требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы по формуле:

$$H_c = H_k + h_n, \quad (45)$$

где  $h_n$  – размер грузового полиспаста в растянутом расстоянии, м  $h_n=0,5-5$ м.

$$H_c = 15,47 + 2 = 17,47 \text{ м}$$

Монтажный вылет крюка крана  $l_k$  можно определить по формуле:

$$l_k = \frac{(e + e_1 + e_2) \cdot (H_c - h_{ш})}{(h_n + h_z)} + e_3, \quad (46)$$

где  $v$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом, по технике безопасности  $v=0,5$ м;

$v_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле крана, м;

$v_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м; предварительно можно принять  $v_2=0,5$ м;

$v_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м; предварительно можно принять  $v_3=2,0$ м;

$h_{ш}$  – расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до оси поворота крана, м; предварительно можно принять  $h_{ш}=2$ м.

$$l_k = \frac{(0,5 + 4,76 + 0,5) \cdot (17,47 - 2)}{2 + 4,5} + 2 = 15,70 \text{ м}$$

Определение минимально необходимой длины стрелы  $L_c$ .

Необходимая наименьшая длина стрелы стрелового крана определяется:

$$L_c = \sqrt{(l_k - e_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} = \sqrt{(15,70 - 2)^2 + (17,47 - 2)^2} = 18,52 \text{ м} \quad (47)$$

Таблица 22 - Расчетные характеристики крана

№ п/п	Наименование монтажных элементов	Расчетные показатели					
		$H_{кр}(м)$	$\alpha$ , град.	$l_k(м)$	$L_{стр}(м)$	$L_{кр}(м)$	$Q(т)$
1	Металлическая ферма	15,47	45	17,47	18,52	15,70	0,46

Согласно полученным значениям, подбираем краны, которые находятся в близлежащих регионах к строительству объекта. Технические характеристики кранов представлены в таблице 23 [18].

Таблица 23 - Расчетные характеристики кранов

Подобранный вариант	Марка крана	Длина стрелы, м	Грузоподъемность, т		Вылет стрелы, м		Скорость		Масса, т	Цена аренды
			При наим. вылете	При наиб. вылете	Наименьш ий	Наибольш ий	Подъем а и опускан ия груз, м/мин	Вращени е платформ ы, об/мин		
	МКАТ-40	37 м гусек 14,5 м	9,3	1,3	11,0	35,0	6-12	до 1,4	24,96	2900 руб.



Окончание таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
КамАЗ-65115	КС-55713-1В	28 м гусек 9 м	7,05	0.5	9,5	37,0	5,2 – 11,4	0,96	20,70	1500 руб.

Опираясь на технико – экономические показатели подбираем наиболее выгодный вариант. Таким образом принимаем КС – 55713-1В так как его достаточно для того что бы смонтировать требуемые элементы. На рисунке 23 представлены основные характеристики грузоподъёмности выбранного крана.

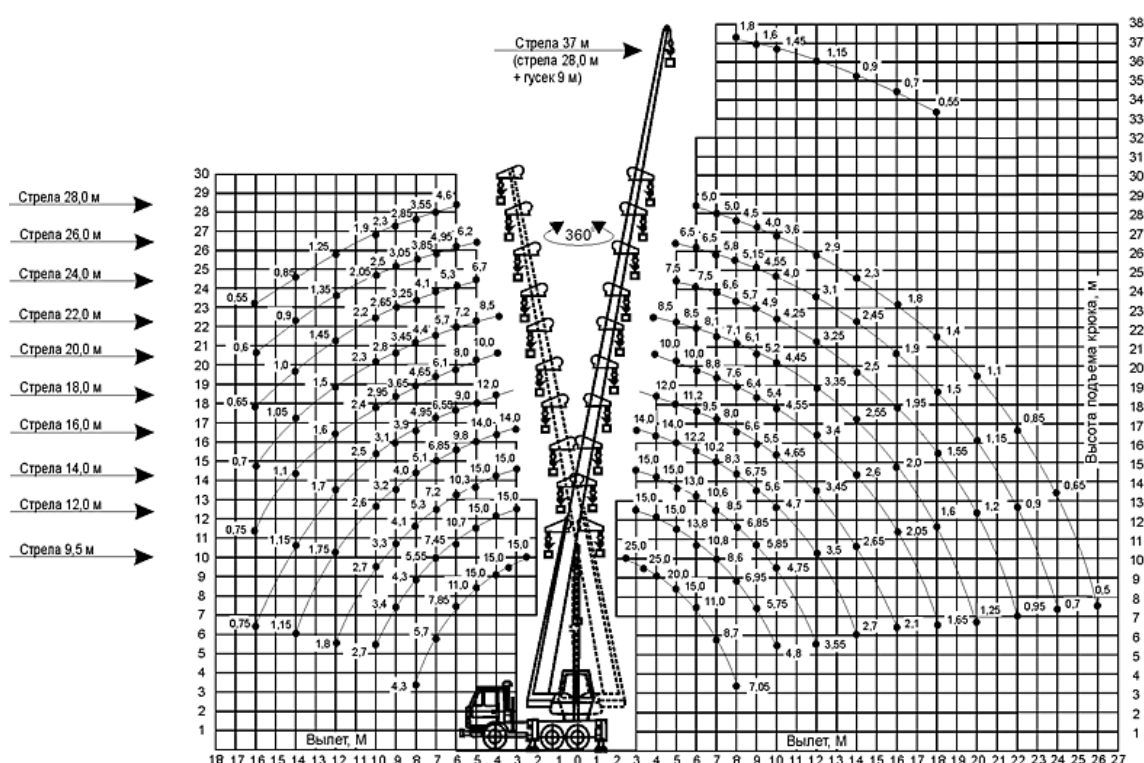


Рисунок 23 – Грузоподъёмные характеристики крана КС – 5571-1В

#### 4.4 Расчет автомобильного транспорта для доставки грузов

Доставка материалов осуществляется из г. Абакана. При этом применяются транспортные средства как общего назначения, так и специализированные. Автотранспортные средства общего назначения (бортовые автомобили) имеют кузов, предназначенный для перевозки любых видов грузов, в пределах его вместимости [19]. Кузов специализированных автотранспортных средств рассчитан на перевозку определенного вида строительных грузов. Строительные отходы ввозятся на объект из г. Абакан и г. Минусинск.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы определяется по формуле:

$$P_{cm_i} = \frac{T \cdot P \cdot K_g \cdot K_r}{t_1 + t_2 + 2L/V + t_m}, \quad (48)$$

где  $T$  – количество часов в смену;

$P$  – паспортная грузоподъемность транспортных средств;

$K_g$  – коэффициент использования транспорта во врем. 0,8;

$K_r$  – коэффициент использования транспорта=0,8;

$t_1$  – время погрузки конструкций;

$t_2$  – время разгрузки конструкций;

$L$  – расстояние от завода до объекта 54 км;

$V$  – средняя скорость движения транспорта;

$t_m$  – время маневра  $5 \div 8$  мин. = 0,083 ÷ 0,133 часа.

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки элементов:

$$N_i = \frac{Q_i}{n_{cm} \cdot c}, \quad (49)$$

где  $Q_i$  – масса всех элементов данного типа монтируемых в течении одних суток т/сут;

$P_{cm}$  – сменная производительность одной транспортной единицы при перевозке изделий данного типа;

$c$  – количество смен работы транспорта в сутки;

Для перевозки конструкций принимаем КамАЗ 53212, платформа бортовая, с металлическими откидными бортами; размеры платформы 6100x2500x1850 мм с грузоподъемностью 10 тонн.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки отправных марок металлических ферм:

$$P_{cm_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 68 / 35 + 0,083} = 18,91 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки металлических ферм:

$$N_i = \frac{5,98}{18,91 \cdot 1} = 0,31$$

Принимаем 1 машину.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки балок покрытия:

$$P_{cm_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 68 / 35 + 0,083} = 18,91 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки металлических балок покрытия:

$$N_i = \frac{7,75}{18,91 \cdot 1} = 0,41$$

Принимаем 1 машину.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки металлических балок перекрытия:

$$P_{см_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 68 / 35 + 0,083} = 18,91 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки металлических балок перекрытия:

$$N_i = \frac{16,13}{18,91 \cdot 1} = 0,85$$

Принимаем 1 машину.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки металлических главных балок:

$$P_{см_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 68 / 35 + 0,083} = 18,91 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки металлических главных балок:

$$N_i = \frac{3,38}{18,91 \cdot 1} = 0,18$$

Принимаем 1 машину.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки металлических колонн:

$$P_{см_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 68 / 35 + 0,083} = 18,91 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки металлических колонн:

$$N_i = \frac{4,58}{18,91 \cdot 1} = 0,24$$

Принимаем 1 машину.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки бетонных перемычек:

$$P_{см_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 49 / 35 + 0,083} = 13,21 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки бетонных перемычек:

$$N_i = \frac{18,81}{13,21 \cdot 1} = 1,4$$

Принимаем 2 машины.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки подмостей, растворных ящиков, строительных козлов:

$$P_{см_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 32 / 35 + 0,083} = 19,48 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки подмостей, растворных ящиков, строительных козлов:

$$N_i = \frac{1,57}{19,48 \cdot 1} = 0,08$$

Принимаем 2 машины.

Определение сменной производительности одной транспортной единицы для перевозки кирпичных поддонов:

$$P_{см_i} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,63}{0,167 + 2 \cdot 75 / 35 + 0,083} = 8,9 \text{ т/см}$$

Определение требуемого количество транспортных средств для перевозки кирпичных поддонов:

$$N_i = \frac{217,03}{8,9 \cdot 2} = 12$$

Принимаем 12 машин.

Результаты по подбору количества машин представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет автотранспорта по доставке материалов.

Наименование конструкций	Кол.	Вес, т		Марка, грузоподъемность автотр. средства	Кол-во автомашин
		1 эл.	Всех Эл.		
1	2	3	4	5	6
Металлическая ферма	13	0,460	5,98	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	1
Металлическая балка покрытия	91	0,085	7,75	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	1
Металлическая балка перекрытия	120	0,134	16,13	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	1
Металлическая главная балка	13	0,260	3,38	КамАЗ 53212; Q = 10 т..	1
Металлическая колонна	26	0,176	4,58	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	1
Перекрышки	130;90	0,081;0,092	18,81	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	2
Подмости	4	0,245	0,49	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	1
Ящик для раствора	2	0,056	0,112	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	1

1	2	3	4	5	6
Кирпичи	108518	0,002	217,03	КамАЗ 53212; Q = 10 т.	12

Полный перечень используемых машин и механизмов представлен в приложении Б.

#### 4.5 Проектирование общеплощадочного стройгенплана

##### Общие сведения

Строительным генеральным планом называют план площадки на котором показана расстановка основных строительных механизмов, временных зданий и сооружений в период строительства.

Существует 2 вида строительных генпланов – общеплощадочный и объектный. Общеплощадочный генеральный план разрабатывается на строительства комплекса или сплошные здания и сооружения. Объектный проектируют на все здания и сооружения. Составляется он в проектной организации на стадии рабочей документации в составе ППР. Строительный генеральный план является частью комплексной документации на строительство, и его решение должно быть увязано с остальными разделами проекта в том числе и со сроками строительства.

Стройгенплан должен отвечать техники безопасности, пожарной безопасности и условиям охраны окружающей среды [19].

##### *Проектирование временных дорог*

Для доставки автотранспортом строительных материалов на объект строительства используются постоянные и временные автодороги, которые размещаются с учетом схемы движения транспорта [20]. Схема движения разрабатывается исходя из очередности монтажа строительных конструкций и транспорта, который их доставляет. Внутриплощадочную дорогу располагаем сквозную с въездом и выездом. Ширина естественной грунтовой дороги составляет 3,5 м с расширением до 7,5 м в местах разгрузки материалов. Радиус закругления дорог составляет 12,0 м.

В соответствии с техникой безопасности зона между дорогой и складской площадью должна составлять 0,5 – 1,0 м. между дорогой и ограждением 1,5 м. На выезде обязательна установка указателей со схемой движения автотранспорта и ограничение скорости.

На данной строительной площадке существуют особые условия строительства. К ним можно отнести запрет поворота стрелы в связи с тем, что радиус опасной зоны проходит над существующими блоками школы. В период строительства все выходы из школы ограждаются дополнительным ограждением для того чтобы учительский персонал не попал на строительную

площадку. На участке находится действующий детский сад, но он не попадает в зону действия крана и продолжить функционировать во время строительства. Вся строительная площадка обнесена забором во избежание попадания детей на строительную площадку.

#### Размещение монтажного крана

При размещении строительного крана следует установить опасные зоны для людей, в пределах которых могут действовать опасные производственные факторы.

В целях создания условий безопасности ведения работ действующие нормативы предусматривают различные зоны: монтажную, зону обслуживания краном, зону перемещения груза, опасную зону работы крана и др.

Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке или закреплении элемента. Эта зона для зданий до 20 м равна плюс 7м. На стройгенплане эту зону обозначают пунктирной линией, на местности хорошо видимыми предупредительными знаками. В данной зоне складировать материалы нельзя. По периметру всего оградительного забора предусматриваются козырьки.

Рабочей зоной называют пространство, находящееся в пределах линии описываемой в пределах крюком крана. Для стреловых кранов зону обслуживания определяют радиусом, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана.  $R_{\max} = 18,50\text{м}$ .

Определение опасной зоны для стрелового крана:

$$R_{on} = R_{\max} + 0,5 \cdot l_{\max} + l_{\text{без}}, \quad (50)$$

где  $R_{\max}$  - максимальный рабочий вылет стрелы крана;

$l_{\max}$  - наибольшая длина перемещаемого груза;

$l_{\text{без}}$  - расстояние от вылета крюка до места возможного падения груза;

$$R_{on} = 18,50 + 0,5 \cdot 9,53 + 7 = 26,76\text{м}$$

#### Расчет зоны складирования материалов

На строительной площадке для хранения материалов организуют приобъектные склады. Они могут быть в виде:

- открытых складских площадок в зоне действия монтажного крана и механизмов;
- полужакрытых складов (навесов) для материалов, требующих защиты от прямого воздействия солнца и осадков (деревянные изделия, толь, рубероид, шифер и др.);
- закрытых складов для хранения дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе материалов (цемента, извести, гипса, гвоздей и спецодежды).

Для хранения колонн, плит покрытия, ферм, подкрановых балок предусмотрены открытые складские площадки. Хранение газовых баллонов осуществляется в одноэтажных складах закрытого типа, оборудованного вентиляцией. Стены склада выполняются из негорючих материалов.

При проектировании складов решаются три основных вопроса:

- определить необходимые запасы материалов, подлежащих хранению;
- рассчитать площади по видам хранения;
- выбрать типы складов и разместить их вблизи дорог.

Определение запаса материалов:

$$P_{скл} = \left( \frac{P_{общ}}{T} \right) \cdot T_H \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (51)$$

где  $P_{общ}$  – количество материалов и конструкций, необходимых для строительства;

$T$  – продолжительность работ, выполняемых с использованием этих материалов, дней (по календарному плану);

$T_H$  – норма запасов материалов, дней (для МК изделий при дальности доставки свыше 50 км 10...15 дней);

$K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (для автотранспорта 1,1);

$K_2$  – коэффициент потребления материалов (1,2).

Общая площадь склада определяется по формуле:

$$F_{общ} = \frac{P_{скл}}{f \cdot K_{исп}}, \quad (52)$$

где  $f$  – нормативная площадь на единицу складировемого материала;

$K_{исп}$  – коэффициент использования площади складов, равный для открытого склада при штабельном хранении ж/б изделий 0,4...0,6; для металла – 0,5...0,6

Площадь подъездных путей и дорог вычисляется отдельно от полезной, с учетом длины складов, типов применяемых кранов и транспортных средств. Проходы между штабелями устраивают не реже, чем через два штабеля в продольном направлении и не реже, чем через 25 м в поперечном направлении.

Ширина прохода 0,7 м, зазоры между смежными штабелями 0,2 м.

В каждый штабель укладывают конструкции только одной марки. Знаки маркировки изделий всегда должны быть обращены в сторону прохода или проезда. Каждое изделие должно опираться на деревянные инвентарные подкладки и прокладки.

Определение площади складирования основных конструкций:

Металлические колонны:

$$P_{скл} = \left(\frac{4,58}{1}\right) \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 60,4 \text{ м}^2$$

Определение общей площади склада для металлической колонны:

$$F = \frac{60,4}{8 \cdot 0,18 \cdot 0,5} = 83,89 \text{ м}^2$$

Металлические главные балки:

$$P_{скл} = \left(\frac{3,38}{4}\right) \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 11,15 \text{ м}^2$$

Определение общей площади склада для металлической главной балки:

$$F = \frac{11,15}{9,53 \cdot 0,24 \cdot 0,5} = 9,75 \text{ м}^2$$

Металлические балки перекрытия:

$$P_{скл} = \left(\frac{16,13}{4}\right) \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 53,79 \text{ м}^2$$

Определение общей площади склада для металлической балки перекрытия:

$$F = \frac{53,79}{6,0 \cdot 0,2 \cdot 0,5} = 89,65 \text{ м}^2$$

Металлические балки покрытия:

$$P_{скл} = \left(\frac{7,75}{4}\right) \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 25,57 \text{ м}^2$$

Определение общей площади склада для балки покрытия:

$$F = \frac{25,67}{6,0 \cdot 0,16 \cdot 0,5} = 53,47 \text{ м}^2$$

Определение ширины склада:

$$b = \frac{213,27}{45,79} = 5,0 \text{ м} \quad (53)$$

где  $F_{скл}$  - общая полезная площадь;

$l$  - длина строящегося здания;

Определение фактической площади склада:

$$F_{скл} = 45,79 \cdot 5,0 = 228,95 \text{ м}^2$$

Зона складирования расположена с одной стороны по всей длине строящихся секций школы. Предусмотрена зона для сборки отправочных марок металлических конструкций.

Расчет временных административно-бытовых зданий

К административным зданиям относятся: конторы начальника участка, прораба, диспетчерские; к санитарно-бытовым: гардеробные, помещения для сушки одежды, душевые и др.



Потребность при строительстве объекта в административно-бытовых зданиях определяются из расчетной численности персонала.

Площади административно-бытовых зданий рассчитывают по нормативам, затем по расчетным площадям выбирают конкретные помещения. Для этого применяют инвентарные временные здания следующего типа: сборно-разборные, контейнерные и передвижные.

Число и номенклатура временных зданий и сооружений определяется в зависимости от объемов и характера строительно – монтажных работ на данном объекте, продолжительности его строительства и наибольшего числа рабочих, занятых в смену.

Определение площадей временных зданий и сооружений производится по максимальной численности работающих на строительной площадке и нормативной площадке на одного человека, пользующегося данным помещением.

Административно-бытовые здания рассчитывают по нормативам, затем по расчётным площадям выбирают конкретные помещения. Для этого применяют инвентарные временные здания следующего типа: сборно-разборные, контейнерные и передвижные

Определение численности работающих:

$$N_{\text{общ}} = (N_{\text{раб}} + N_{\text{интр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{мон}}) \cdot K, \quad (54)$$

где  $N_{\text{раб}}$  - численность рабочих  $N_{\text{мах}} = 12$  чел;

$N_{\text{интр}}$  - численность инженерно – технических работников;

$N_{\text{служ}}$  - численность служащих;

$N_{\text{мон}}$  - численность младших сотрудников охраны;

$K$  - коэффициент, учитывающий отпуска и болезни, равен 1,05;

Определение численности рабочих:

$$N_{\text{общ}} = \frac{12 \cdot 100\%}{85\%} = 15 \text{ чел}$$

Определение численности инженерно – технических работников:

$$N_{\text{интр}} = \frac{15 \cdot 8\%}{100\%} = 2 \text{ чел}$$

$$N_{\text{служ}} = \frac{15 \cdot 5\%}{100\%} = 1 \text{ чел}$$

$$N_{\text{мон}} = \frac{15 \cdot 2\%}{100\%} = 1 \text{ чел}$$

$$N_{\text{общ}} = (15 + 2 + 1 + 1) \cdot 1,05 = 20 \text{ чел}$$

Площадь временных административно-бытовых помещений рассчитывается в табличной форме (таблица 25).

Таблица 25 – Площади временных административно – бытовых помещений.

	Наименование помещений	Ед. изм	Кол-во раб.	Кол-во использованного помещения	Норма на одного работающего,	Общая S м <sup>2</sup>	Марка тип здания
1	Кантора	человек	2	100	5	10,0	к-2-500
2	Гардероб	человек	20	70	0,7	14,0	Вс
3	Душевая	человек	20	50	0,54	10,8	ПД (4) 5
4	Бытовая	человек	20	50	0,5	10,0	ВПООО
5	Туалет	человек	20	100	0,2	4,0	времен.
	Итого:					48,80	м <sup>2</sup>

Подключение электроэнергии и водоснабжения осуществляется от существующего здания школы.

Технологическая карта с подробным рассмотрением технологического процесса монтажа металлической фермы представлена в Приложении В

## **5 Экономика**

### **5.1 Расчет сметной стоимости**

Секция школы представляет собой двухэтажное здание, имеет прямоугольную форму с размерами в осях 60,45 х 9,53 м<sup>2</sup>. Высота здания составляет 10,510 м. Общая площадь составляет 612,56 м<sup>2</sup>.

Для определения стоимости выполнения строительно – монтажных работ была рассчитана локальная смета. Локальная смета – первичный документ, который разрабатывается для определения стоимости строительства. Самый распространенный вариант для расчета сметы является базисно – индексный вариант. Все виды работ и затрат определяются по сборникам единичных расценок – ФЕР – 2001 и сметных цен ФССЦ – 2001 [21].

Смета составлена в текущих ценах по состоянию на I квартал 2017 г. На текущий уровень коэффициент перевода принят равным 6,46 (Объекты образования – школы) согласно письму Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ № 8802-ХМ/09 от 20.03.2017 г. «Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ по видам строительства, определяемых с применением федеральных и территориальных единичных расценок на I квартал 2017 г.» (без НДС). Налог на добавленную стоимость составляет 18%. Капитальные вложения представляют собой сумму сметной стоимости объекта и единовременных затрат. Сметная стоимость объекта на I квартал 2017г. составляет 19415,624 тыс. рублей.

В локальной смете учтены накладные расходы ( $112\% \cdot 0,85 \text{ ФОТ} = 95,2\% \text{ ФОТ}$ ) и сметная прибыль ( $65\% \cdot 0,8 \text{ ФОТ} = 52\% \text{ ФОТ}$ ).

Таким образом общая сметная стоимость на реализацию объекта составляет 19415624,09 руб. Себестоимость 1 м<sup>2</sup> составила 30 460 рублей.

Локальная смета приведена в приложении Г.

## **6 Оценка воздействия на окружающую среду**

### **6.1 Общие сведения проектируемого объекта**

Данный объект находится в Минусинском районе. Климат резко – континентальный, местами засушливый. Среднегодовая температура воздуха по многолетним данным метеостанций приведена в таблице 26.

Таблица 26 – Средняя температура воздуха по данным Минусинской метеостанции

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура	-20,8	-19	-8,9	3,0	10,5	17,2	19,8	16,9	10,0	1,9	-8,9	-17,9

Распределение осадков в течении года неравномерное. По периферии выпадает до 450 – 500 мм осадков, в центральной части выпадает 240 -270 мм. Основная часть приходится на летний период, а это примерно 75%. Количество осадков уменьшается с севера на юг, обратно пропорционально увеличивается испаряемость [22]/

Влагообеспеченность территории определяется по гидротермическому коэффициенту ГТК, который определяется как сумма соотношений осадков за период с температурами выше +10<sup>0</sup>С.

Согласно данному коэффициенту Минусинский район находится во влажной зоне, неустойчиво увлажненной подзоне. Относится к природной зоне лесостепь.

Коэффициент водного баланса находится как отношение суммы осадков за год к сумме положительных среднемесячных температур воздуха за год.

Средняя температура января на 2015 – 2016 года составляет минус 19 <sup>0</sup>С, июня от 18<sup>0</sup>С. Зимой бывают морозы до минус 37 <sup>0</sup>С, а летом иногда температура поднимается до 38 <sup>0</sup>С. Вся информация по климату взята на основании данных метеостанций Гисметео.

### **6.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух от автомобильного транспорта**

Загрязнение атмосферного воздуха при возведении проекта происходит в результате поступления в него:

- продуктов сгорания топлива;
- сварочных работ;
- лакокрасочных работ;
- образования пыли.

Расчет выбросов от автотранспорта осуществляется в соответствии с [22] разработанной по заказу Министерства транспорта Российской Федерации.

При строительстве секции школы применяется техника, приведена в таблице 27.

Таблица 27 – Транспортные средства на строительной площадке

Автомобили	Объем двигателя л	Тип топлива	Период	Страна произ.	Расстояние от выезда на строит. площадку до разворота	Грузо – подъемность	$t_{\text{прог}}$ мин	$t_{\text{кол}}$ мин
ЭО - 4321	6,3	Дизель	теплый	Россия	108	-	4	3
Автокран КС – 55713-1В (1 шт)	11	Дизель	Теплый	Россия	64	25	4	3
КамАЗ 58140W (1 шт)	11	Дизель	Теплый	Россия	64	18	4	3
DAEWOO Novus Kyungwon 4R40X (1 шт)	11	Дизель	Теплый	Корея	64	18	4	3

Ниже представлена схема движения автотранспорта по строительной площадке (рисунок 25).

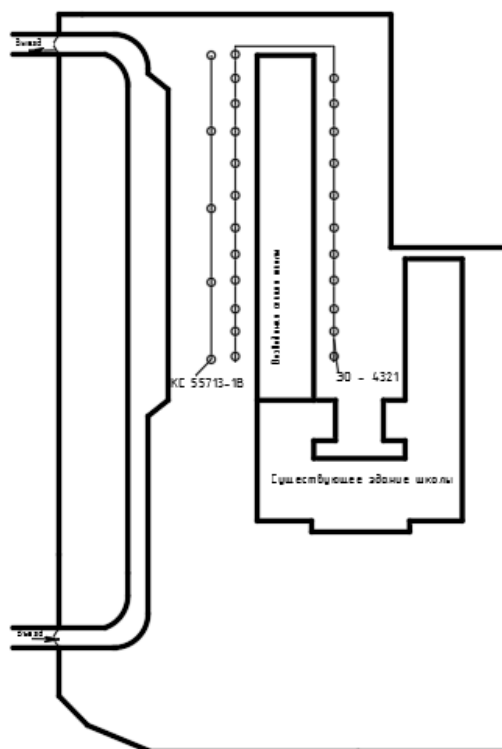


Рисунок 25 – Схема движения автотранспорта по строительной площадке

Определяем удельные выбросы из таблиц 2.7 – 2.9 [22]. Результаты заносим в таблицу 28.

Таблица 28 – Удельные выбросы от автомобильного транспорта

Марка автомоби ля	CO			CH			NO <sub>x</sub>			C			SO <sub>2</sub>		
	m <sub>np</sub> р	m <sub>xx</sub> х	m L	m <sub>np</sub>	m <sub>xx</sub>	m L	m <sub>np</sub>	m <sub>xx</sub>	m L	m <sub>np</sub>	m <sub>xx</sub>	mL	m <sub>np</sub>	m <sub>xx</sub>	mL
ЭО-4321 (1шт)	2,8	2,8	5, 1	0,3 8	0,3 5	0, 9	0,6	0,6	3, 5	0,0 3	0,0 3	0,2 5	0,0 9	0,02 9	0,4 5
Автокран КС- 55713-1В (1 шт)	3,0	2,9	7, 5	0,4 0	0,4 5	1, 1	1,0	1,0	4, 5	0,0 4	0,0 4	0,4	0,1 1	0,10	0,7 8
КамАЗ 58140W	3,0	2,9	7, 5	0,4 0	0,4 5	1, 1	1,0 0	1,0 0	4, 5	0,0 4	0,0 4	0,4	0,1 1	0,10	0,7 8
DAEWOO Novus Kyungwo n 4R40X (1 шт)	3,0	2,9	7, 5	0,4 0	0,4 5	1, 1	1,0 0	1,0 0	4, 5	0,0 4	0,0 4	0,4	0,1 1	0,10	0,7 8

Определение удельных выбросов экскаватора ЭО – 4321.

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$ :

$$M_{1ik} = m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}, \quad (55)$$

$$M_{2ik} = m_{Lik} \cdot L_2 + m_{xxik} \cdot t_{xx2}, \quad (56)$$

где  $m_{npik}$  - удельный выброс вещества при прогреве двигателя автомобиля, г/мин;

$t_{np}$  - время прогрева двигателя, мин (4 минуты);

$m_{Lik}$  - пробеговой выброс вещества автомобиля к-ой группы при движении со скоростью 10 -20 км/час, г/км;

$L_1, L_2$  - пробег автомобиля по территории стоянки, км (зависит от размера участка);

$t_{xx1}, t_{xx2}$  - время работы двигателя на холостом ходу при выезде с территории стоянки и возврате на нее (принимаем 5 мин);

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для CO:

$$M_{1ik} = 2,8 \cdot 4 + 5,1 \cdot 108 + 2,8 \cdot 5 = 576 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 5,1 \cdot 108 + 2,8 \cdot 5 = 564,8 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для CH:

$$M_{1ik} = 0,38 \cdot 4 + 0,9 \cdot 108 + 0,35 \cdot 5 = 100,47 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 0,9 \cdot 108 + 0,35 \cdot 5 = 98,95 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для  $\text{NO}_x$ :

$$M_{1ik} = 0,6 \cdot 4 + 3,5 \cdot 108 + 0,6 \cdot 5 = 383,4 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 3,5 \cdot 108 + 0,6 \cdot 5 = 381 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для С:

$$M_{1ik} = 0,03 \cdot 4 + 0,25 \cdot 108 + 0,03 \cdot 5 = 27,62 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 0,25 \cdot 108 + 0,03 \cdot 5 = 27,5 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для  $\text{SO}_2$ :

$$M_{1ik} = 0,09 \cdot 4 + 0,45 \cdot 108 + 0,029 \cdot 5 = 49,10 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 0,45 \cdot 108 + 0,029 \cdot 5 = 48,74 \text{ г}$$

Определение валового выброса вещества автомобиля отдельно для каждого периода года:

$$M_f^i = \sum_{k=1}^k \alpha_B \cdot (M_{1ik} + M_{2ik}) \cdot N_k \cdot D_p \cdot 10^{-6} \quad (57)$$

где  $\alpha_B$  - коэффициент выпуска (выезда) (принимается 1), г/мин;

$N_k$  - количество автомобилей к-й группы на территории или помещении стоянки за расчетный период (по заданию);

$D_p$  - количество дней работы в расчетном периоде (принимается 1 день);

Для СО:

$$M_f^i = 1 \cdot (576 + 564,8) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,001 \text{ т/год}$$

Для СН:

$$M_f^i = 1 \cdot (100,47 + 98,95) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0001 \text{ т/год}$$

Для  $\text{NO}_x$ :

$$M_f^i = 1 \cdot (383,4 + 381) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0007 \text{ т/год}$$

Для С:

$$M_f^i = 1 \cdot (27,62 + 27,5) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,00005 \text{ т/год}$$

Для  $\text{SO}_2$ :

$$M_f^i = 1 \cdot (49,10 + 48,74) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,00009 \text{ т/год}$$

Определение максимального разового выброса вещества:

$$G_1 = \frac{(m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xxl}) \cdot N_k}{3600} \quad (58)$$

Для СО:

$$G_1 = \frac{576 \cdot 1}{3600} = 0,16 \text{ г/с}$$

Для СН:

$$G_1 = \frac{100,47 \cdot 1}{3600} = 0,02 \text{ г/с}$$

Для  $\text{NO}_x$ :

$$G_1 = \frac{383,4 \cdot 1}{3600} = 0,11 \text{ г/с}$$

Для С:

$$G_1 = \frac{27,62 \cdot 1}{3600} = 0,007 \text{ г/с}$$

Для  $\text{SO}_2$ :

$$G_1 = \frac{49,10 \cdot 1}{3600} = 0,014 \text{ г/с}$$

Определение удельных выбросов автокрана КС – 55713 – 1В, бетоновоза КамАЗ 58140W и бетононасоса DAEWOO Novus Kyungwon 4R40X.

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для СО:

$$M_{1ik} = 3,0 \cdot 4 + 7,5 \cdot 192 + 2,9 \cdot 5 = 1466,5 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 7,5 \cdot 192 + 2,9 \cdot 5 = 1454,5 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для СН:

$$M_{1ik} = 0,4 \cdot 4 + 1,1 \cdot 192 + 0,45 \cdot 5 = 215,05 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 1,1 \cdot 192 + 0,45 \cdot 5 = 213,45 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для  $\text{NO}_x$ :

$$M_{1ik} = 1,0 \cdot 4 + 4,5 \cdot 192 + 1,0 \cdot 5 = 873 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 4,5 \cdot 192 + 1,0 \cdot 5 = 869 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для С:

$$M_{1ik} = 0,04 \cdot 4 + 0,4 \cdot 192 + 0,04 \cdot 5 = 77,16 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 0,4 \cdot 192 + 0,04 \cdot 5 = 77,00 \text{ г}$$

Определение коэффициентов  $M_{1ik}$  и  $M_{2ik}$  для  $\text{SO}_2$ :

$$M_{1ik} = 0,11 \cdot 4 + 0,78 \cdot 192 + 0,1 \cdot 5 = 150,70 \text{ г}$$

$$M_{2ik} = 0,78 \cdot 192 + 0,1 \cdot 5 = 150,26 \text{ г}$$

Определение валового выброса вещества автомобиля отдельно для каждого периода года:

Для СО:

$$M_f^i = 1 \cdot (1466,5 + 1454,5) \cdot 3 \cdot 83 \cdot 10^{-6} = 0,727 \text{ т/год}$$

Для СН:

$$M_f^i = 1 \cdot (215,05 + 213,45) \cdot 3 \cdot 83 \cdot 10^{-6} = 0,107 \text{ т/год}$$

Для  $\text{NO}_x$ :

$$M_f^i = 1 \cdot (873 + 869) \cdot 3 \cdot 83 \cdot 10^{-6} = 0,434 \text{ т/год}$$

Для С:

$$M_f^i = 1 \cdot (77,16 + 77,0) \cdot 3 \cdot 83 \cdot 10^{-6} = 0,038 \text{ т/год}$$



Для SO<sub>2</sub>:

$$M_f^i = 1 \cdot (150,70 + 150,26) \cdot 3 \cdot 83 \cdot 10^{-6} = 0,075 \text{ т/Год}$$

Определение максимального разового выброса вещества:

Для CO:

$$G_1 = \frac{1466,5 \cdot 3}{3600} = 1,222 \text{ г/с}$$

Для CH:

$$G_1 = \frac{215,05 \cdot 3}{3600} = 0,179 \text{ г/с}$$

Для NO<sub>x</sub>:

$$G_1 = \frac{873 \cdot 3}{3600} = 0,728 \text{ г/с}$$

Для C:

$$G_1 = \frac{77,16 \cdot 3}{3600} = 0,064 \text{ г/с}$$

Для SO<sub>2</sub>:

$$G_1 = \frac{150,70 \cdot 3}{3600} = 0,125 \text{ г/с}$$

Полученные значения заносим в таблицу 29.

Таблица 29 – Расчетные значения по выбросам автотранспорта

Вредные вещества	ЭО - 4321	КС – 55713 – 1В, КамАЗ 58140W, DAEWOO Novus Kyungwon 4R40X
Валовый выброс автотранспорта		
CO	0,001	0,727
CH	0,0001	0,107
NO <sub>x</sub>	0,0007	0,434
C	0,00005	0,038
SO <sub>2</sub>	0,00009	0,075
Максимальный разовый выброс		
CO	0,16	1,22
CH	0,02	0,179
NO <sub>x</sub>	0,11	0,728
C	0,007	0,064
SO <sub>2</sub>	0,014	0,125

### 6.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух от сварочных работ

Основное назначение сварочных электродов Э – 42.

Электроды марки Э – 42 предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 412 МПа (42 кгс/мм<sup>2</sup>). Сварка во всех пространственных положениях, кроме

вертикального сверху вниз, постоянным током любой полярности и переменным током от источников питания с напряжением холостого хода «(70) В».

Особые свойства: обладают низкой склонностью к образованию пор и кристаллизационных трещин. Рекомендуются для сварки в монтажных условиях.

Характеристика электродов Э – 42.

Коэффициент наплавки – 10,0 г/А · ч.

Расход электродов на 1 кг наплавленного металла – 1,6 кг.

Основные механические свойства электрода приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Типичные механические свойства металла шва электродов Э – 42.

Временное сопротивление электродов $s_p$ , МПа	Предел текучести $s_T$ , МПа	Относительное удлинение $d_5$ , %	Ударная вязкость $a_n$ , Дж/см <sup>2</sup>
460	333	27	118

Химический состав наплавленного металла представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Типичный химический состав наплавленного металла в % сварочными электродами Э – 42.

С	Mn	Si	S	P
0,06 - 0,10	0,60 – 0,80	0,08 - 0,13	Не более 0,035	Не более 0,035

Геометрические размеры и силы тока представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Геометрические размеры и сила тока при сварке сварочными электродами Э - 42

Диаметр сварочных электродов, мм	Длина, мм	Ток, А	Среднее количество электродов в 1 кг, шт
3,0	300	100 - 130	38
4,0	350	160 – 190	19
5,0	400	180 -240	13
6,0	400	210 - 290	13

Определение исходных данных для электродов Э - 42 т. 3.6.1 [22]

Таблица 33 – Удельный выброс веществ и их значение

Вредное вещество	Удельный выброс, г/кг расходуемых сварочных материалов
Сварочная аэрозоль	16,7
Марганец и его соединения	1,73
Оксид железа (FeO)	14,97

Определение валового выброса для каждого вида загрязняющих веществ:

$$M_i^c = g_i^c \cdot B \cdot 10^{-6}, \quad (59)$$

где  $g_i^c$  -удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг расходуемых сварочных материалов т. 3.6.1 [22];

$B$  - масса расходуемого за год сварочного материала, кг;

$$M_{\text{свар.аэрозоль}} = 16,7 \cdot 0,95 \cdot 10^{-6} = 0,015 \text{ т/год}$$

$$M_{\text{марганец}} = 1,73 \cdot 0,95 \cdot 10^{-6} = 0,0016 \text{ т/год}$$

$$M_{\text{FeO}} = 14,97 \cdot 0,95 \cdot 10^{-6} = 0,014 \text{ т/год}$$

Определение максимального разового выброса для каждого вида загрязняющих веществ:

$$G_i^c = \frac{g_i^c \cdot b}{t \cdot 3600}, \quad (60)$$

где  $g_i^c$  - удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг расходуемых сварочных материалов т. 3.6.1 [22];

$b$  - максимальное количество сварочных материалов, расходуемых в течении рабочего дня (брать 5-7 кг);

$t$  - «чистое время», затрачиваемое на сварку в течении рабочего дня (брать 6-8 час.);

$$G_{\text{свар.аэрозоль}} = \frac{16,7 \cdot 5}{7 \cdot 3600} = 0,0033 \text{ г/с}$$

$$G_{\text{марганец}} = \frac{1,73 \cdot 5}{7 \cdot 3600} = 0,00034 \text{ г/с}$$

$$G_{\text{FeO}} = \frac{14,97 \cdot 5}{7 \cdot 3600} = 0,0030 \text{ г/с}$$

Полученные результаты записываем в таблицу 34.

Таблица 34 – Расчетные данные по выбросам от сварочных работ

Удельный выброс вредного вещества	Валовый выброс для каждого вида загрязняющих веществ т/год	Максимальный разовый выброс для каждого вида загрязняющих веществ
Сварочная аэрозоль	0,015	0,0033
Марганец и его соединения	0,0016	0,00034
Оксид железа (FeO)	0,014	0,0030

#### 6.4 Оценка воздействия на атмосферный воздух от отделочных работ

Для более цепкого сцепления с поверхностью отделки принимаем грунтовку маркой АК – 070 и растворителем 648.

Принимаем способ окраски, грунтовки как распыление пневматическое.

Определение исходных данных грунтовки марки Ак – 070 и растворителем 648 представлено в таблице 35 согласно т. 3.4.2 [22].

Таблица 35 – Вредные вещества ЛКМ

Марки лакокрасочных материалов	Компоненты (летучая часть, гр), входящие в состав лакокрасочных материалов, %									Доля летучей части, % (f <sub>2</sub> )	Доля сухой части, % (f <sub>1</sub> )
	Ацетон	н – бутиловый спирт	Бутил ацетат	Ксил ол	Уаит спир ит	Толу ол	Этило вый спирт	Этокс изтанол	Этила цетат		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Растворитель											
648	-	20,0	50,0	-	-	20,0	10,0	-	-	100	-
Грунтовка											
Ак - 070	20,04	12.6	-	63,34	-	-	-	-	-	86	14

Определение валового выброса эмали, лака и грунтовки:

$$M_k = m \cdot f_1 \cdot \delta_k \cdot 10^{-7}, \quad (61)$$

где  $m$  - количество израсходованной краски за год, кг;

$\delta_k$  - доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски % т. 3.4.1 [22];

$f_1$  - количество сухой части краски, % т. 3.4.2 [22];

Растворитель:

$$M_{\text{л}} = 800 \cdot 30 \cdot 10^{-7} = 0,0024 \text{ т/год}$$

Грунтовка:

$$M_{\text{г}} = 800 \cdot 14 \cdot 30 \cdot 10^{-7} = 0,0336 \text{ т/год}$$

Определение валового выброса летучих компонентов в растворителе и краске:

$$M_p^{\text{л}} = (m_1 \cdot f_{\text{pip}} + m \cdot f_2 \cdot f_{\text{pik}} \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5}, \quad (62)$$

где  $m_1$  - количество растворителей, израсходованных за год, кг (принимается 10кг);

$f_2$  - количество летучей части краски % т. 3.4.2 [23];

$f_{\text{pip}}$  - количество различных летучих компонентов, входящих в состав краски (грунтовки, шпатлевки) % т. 3.4.2 [22] для растворителей равен 100% в остальных случаях равен 0;

$f_{pik}$  - количество различных летучих компонентов, входящих в состав в краски (грунтовки, шпатлевки) % т. 3.4.2 [22];

Растворитель:

$$M_{H-бутилов}^I = (10 \cdot 100 + 800 \cdot 100 \cdot 20,0 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,17 \text{ т/год}$$

$$M_{Бутилацет}^I = (10 \cdot 100 + 800 \cdot 100 \cdot 50,0 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,40 \text{ т/год}$$

$$M_{Толуол}^I = (10 \cdot 100 + 800 \cdot 100 \cdot 20,0 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,160 \text{ т/год}$$

$$M_{Этил.спирт}^I = (10 \cdot 100 + 800 \cdot 100 \cdot 10,0 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,09 \text{ т/год}$$

Грунтовка:

$$M_{Ацетон}^I = (0 + 800 \cdot 20,04 \cdot 86 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,138 \text{ т/год}$$

$$M_{H-бутилов}^I = (0 + 800 \cdot 12,6 \cdot 86 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,0868 \text{ т/год}$$

$$M_{Ксилол}^I = (0 + 800 \cdot 63,34 \cdot 86 \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} = 0,436 \text{ т/год}$$

Определение максимально разового количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу:

$$G_{ок}^I = \frac{P \cdot 10^6}{n \cdot t \cdot 3600}, \quad (63)$$

где  $P$  - валовый выброс аэрозоля краски и отдельных компонентов растворителей за месяц;

$n$  - число дней работы участка в этом месяце (принимается 20 дней);

$t$  - число рабочих дней в наиболее напряженный месяц (принимается 8 час.);

Растворитель:

$$G_{H-бутило}^I = \frac{0,17 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,295 \text{ г/с}$$

$$G_{Бутилацет}^I = \frac{0,40 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,69 \text{ г/с}$$

$$G_{Толуол}^I = \frac{0,16 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,278 \text{ г/с}$$

$$G_{Этилацетат}^I = \frac{0,09 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,156 \text{ г/с}$$

Грунтовка:

$$G_{Ацетон}^I = \frac{0,138 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,239 \text{ г/с}$$

$$G_{H-бутилов}^I = \frac{0,0868 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,151 \text{ г/с}$$

$$G_{Ксилол}^I = \frac{0,436 \cdot 10^6}{20 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,757 \text{ г/с}$$

Полученные результаты записываем в таблицу 36.

Таблица 36 – Расчетные данные по выбросам отделочных работ

Загрязняющее вещество	Валовый выброс вредных веществ, т/год	Максимально разовый выброс вредных веществ, г/с
Грунтовка		
Н – бутиловый спирт	0,17	0,295
Бутилацетат	0,40	0,69
Толуол	0,16	0,278
Этилацетат	0,09	0,156
Грунтовка		
Ацетон	0,138	0,239
Н – бутиловый спирт	0,0868	0,151
Ксилол	0,436	0,757

Далее используем экологический калькулятор ОНД – 86 проводим расчеты выбросов от сварочных работ, лакокрасочных работ и от работы строительных машин и заносим значения в таблицу 37 [23].

Программа "ОНД-86 Калькулятор" предназначена для оценочного расчета полей концентраций вредных веществ в атмосфере без учета влияния застройки. Эффектом суммации принято называть свойство двух или нескольких вредных химических веществ действовать на организм человека однонаправленно.

Таблица 37 – Сводная таблица загрязнения от суммирующего воздействия по экологическому калькулятору ОНД – 86

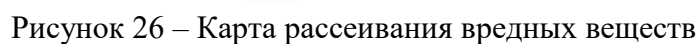
	Код	Наименование	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Выброс, г/с	См, ед. ПДК
Сварочные работы	1530	Сварочная аэрозоль	0,06	0,0033	0,0002
	0143	Марганец и его соединения	0,01	0,00034	0,0001
	0123	Оксид железа (FeO)	0,04	0,0030	0,0003
Лакокрасочные материалы	1042	Спирт н-бутиловый	0,10	0,295	0,0128
	1210	Бутилцетат	0,10	0,690	0,030
	0621	Толуол	0,6	0,278	0,0020
	1240	Этилацетат	0,10	0,156	0,0068
	1401	Ацетон	0,35	0,239	0,003
	0616	Ксилол	0,2	0,757	0,0165
Работа машин и механизмов	0337	CO	5	1,38	0,0032
	0602	CH	0,3	0,199	0,0077
	0304	NO <sub>x</sub>	0,4	0,838	0,0242
	0328	C	0,15	0,071	0,0055
	0330	SO <sub>2</sub>	0,5	0,139	0,0032
	ИТОГО			5,05	0,116

По полученным значениям программа ОНД – 86 строит карту рассеивания (рисунок 26).

Код вещества: 1505

ПДК, мг/м<sup>3</sup>: 0,2

Коэффициент оседания: 1



## 6.5 Расчет количества образования отходов

При строительстве блока школы образуются следующие виды отходов: строительные, отходы строительных растворов, отходы ж.б изделий, емкости лакокрасочных материалов.

Класс опасности и код образующихся отходов определяется по данным нормативного документа – классификационного каталога отходов (Федеральный классификационный каталог отходов <http://eco-c.ru/guides/fkko>) и представлены в таблице 38.

Таблица 38 - расчет количества образовавшихся отходов во время строительства

Наименование отходов	Код	Класс опасности	Количество используемого материала, т	Нормы потерь, %	Количество образования отходов, т/год
Бой строительного кирпича	34321001205	5	217,03	1,5	3,25
Шлак сварочный	91910002204	4	0,10	10,5	0,010
Остатки и огарки сварочных электродов	91910001205	5	0,09	10,5	0,009
Отходы бетонной смеси	34612001424	4	130,06	2,0	2,60
Отходы металлоконструкций	35000000000	0	37,82	2,0	0,756
Отходы лакокрасочных средств	31711000000	0	0,23	3,0	0,006
Отходы, содержащие сталь в кусковой форме	46120002215	5	22,17	1,0	0,22
Отходы керамики в кусковой форме	45911000000	0	0,74	2,0	0,01

Таким образом количество отходов, образующихся при строительстве определяете расчетным методом, согласно РДС 82-202-96 «Правила разработки и применения нормативов трудно-устраняемых потерь и отходов материалов в строительстве».

В завершении работ делается вывод о классе опасности образующихся отходов. Каким образом будет осуществляться хранение и транспортировка отходов. Меры по уменьшению воздействия отходов на окружающую среду.

Отходы с классом опасности 0 можно вывести и захоронить вместе с остальными отходами, так как они не представляют опасности для окружающей среды. Отходы с классом 4 рекомендуется переработать и пустить на вторичное производство других изделий. Если такие производства отсутствуют в РХ, то рекомендуется захоронить отходы в зоне с минимальным влиянием на



экологическую систему. Отходы 5 класса рекомендуется захоронить в специально отведённых зонах для захоронения отходов данного класса.

## **7 Охрана труда и техника безопасности**

### **7.1 Общие положения**

Согласно статьи 212 [24,25] обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя.

Работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов, применение прошедших обязательную сертификацию и декларирование соответствия в установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании порядке средств индивидуальной и коллективной защиты работников, недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда и т.д.

Согласно статьи 214 [24] работник обязан соблюдать требования охраны труда, правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты, проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления), проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры, другие обязательные медицинские осмотры, а также проходить внеочередные медицинские осмотры по направлению работодателя в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

### **7.2 Требования безопасности к обустройству и содержанию производственных территорий, участков работ и рабочих мест**

В период строительства к рабочему персоналу предъявляются требования безопасности к обустройству и содержанию производственных территорий во избежание несчастных случаев. Данные требования представлены в прил. III [26]. Таким образом следует учесть следующие требования для безопасного ведения работ.

Строительные площадки с находящимися на них объектами строительства, производственными и санитарно-бытовыми зданиями и сооружениями, участки строительного производства должны быть подготовлены для обеспечения безопасного производства работ.

Подготовительные работы по обеспечению безопасного производства работ принимаются по акту о соответствии выполненных внеплощадочных и внутриплощадочных подготовительных работ требованиям безопасности труда и готовности объекта к началу строительства.

Строительные территории и участки проведения строительного производства в населенных пунктах или на территории эксплуатируемого производственного объекта во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены.

Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям:

- высота защитных ограждений производственной территории должна быть не менее 1,6 м, а участков работ - не менее 1,2 м;
- защитные ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и должны быть оборудованы сплошным защитным козырьком;
- защитный козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов;
- защитные ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху козырьком, выступающим не менее чем на 2 м от стены здания. Угол, образуемый между козырьком и вышерасположенной стеной над входом, должен быть 70 - 75°.

У въезда на территорию строительства необходимо устанавливать схему внутрипостроечных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов и строительных конструкций, мест разворота транспортных средств, объектов пожарного водоснабжения.

В случае, если в процессе проведения строительного производства в опасные зоны вблизи мест перемещения грузов кранами могут попасть эксплуатируемые гражданские или производственные здания и сооружения, транспортные или пешеходные дороги и другие места возможного нахождения людей, необходимо соблюдение следующих требований:

- необходимо оснащать краны дополнительными средствами

ограничения зоны их работы, посредством которых зона работы крана должна быть принудительно ограничена таким образом, чтобы не допускать возникновения опасных зон в местах нахождения людей;

- скорость поворота стрелы крана в сторону границы рабочей зоны должна быть ограничена до минимальной при расстоянии от перемещаемого груза до границы зоны менее 7 м;
- по периметру здания необходимо установить защитный экран, имеющий равную или большую высоту по сравнению с высотой возможного нахождения груза, перемещаемого краном;
- зона работы крана должна быть ограничена таким образом, чтобы перемещаемый груз не выходил за контуры здания в местах расположения защитного экрана.

Санитарно-бытовые и производственные помещения и площадки для отдыха работников, а также автомобильные и пешеходные дороги следует располагать за пределами опасных зон.

Для работающих на открытом воздухе должны быть предусмотрены навесы для укрытия от атмосферных осадков.

Территориально обособленные помещения, площадки и участки строительного производства должны быть обеспечены телефонной связью или радиосвязью.

Допуск на территорию строительства посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии, в состоянии наркотического или токсического опьянения, или не занятых на работах на данной территории запрещается.

### **7.3 Требования безопасности при складировании материалов и конструкций**

В период строительства к рабочему персоналу предъявляются требования безопасности складирования материалов и конструкций во избежание несчастных случаев и удобство их расположение при монтаже. Данные требования представлены в прил. V [24]. Ниже приведены требования безопасности, которые следует учесть при складировании материалов и конструкций.

Транспортные средства, применяемые для транспортирования (перемещения) строительных конструкций, материалов, заготовок должны соответствовать характеру перемещаемого груза.

Площадки для погрузочных и разгрузочных работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5°, а их размеры и покрытие - соответствовать ППР.

В соответствующих местах должны быть установлены надписи: "Въезд", "Выезд", "Разворот" и другие.

Штучные грузы должны укладываться в габаритах грузовых площадок тележек. Мелкие штучные грузы следует перевозить в таре, контейнерах.

Во избежание перемещения или падения груза при движении транспортного средства груз должен быть размещен и закреплен в соответствии с техническими условиями погрузки и крепления данного вида груза.

При загрузке транспортных средств необходимо учитывать габариты перевозимого груза и транспортного средства исходя из условия его транспортирования под мостами, переходами, в тоннелях, встречающихся на маршруте перевозки груза.

Перемещать баллоны следует только на специальных носилках или на тележках, а бутылки с кислотой или другими опасными жидкостями - в плетеных корзинах. Подъем этих грузов на высоту производится в специальных контейнерах. Запрещается подъем этих грузов вручную.

При перемещении баллонов со сжатым газом, барабанов с карбидом кальция необходимо принимать меры против толчков и ударов.

Запрещается переносить и перевозить баллоны с кислородом совместно с жирами и маслами, а также горючими и легковоспламеняющимися жидкостями.

Тяжелые штучные материалы, а также ящики с грузами следует перемещать при помощи специальных ломов и других приспособлений.

Движение транспортных средств на производственной территории, погрузочно-разгрузочных площадках и подъездных путях к ним должно регулироваться общепринятыми дорожными знаками и указателями.

Подача автомобильного транспорта задним ходом в зоне, где выполняются погрузочно-разгрузочные работы, должна производиться водителем только по команде одного из работников, занятых на этих работах.

Перевозка крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам, открытым для общего пользования, должна выполняться с соблюдением требований перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом. Таким образом следует получить специальное разрешения на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов.

Прицепы, полуприцепы и платформы автомобиля, предназначенные для перевозки длинномерных грузов, должны быть оборудованы:

- съёмными или откидными стойками и щитами, устанавливаемыми между кабиной и грузом;
- поворотными кругами;

Поворотные круги должны иметь приспособление для их закрепления при движении без груза и стопоры, предотвращающие разворот прицепа при движении назад.

Прицепы должны иметь устройство, не требующее его поддержки для сцепки с тягачом.

Автомобильный транспорт, в котором перевозят баллоны со сжатым газом, должен быть оборудован специальными стеллажами с выемками по диаметру баллонов, обитыми войлоком. Баллоны при перевозке должны иметь предохранительные колпаки.

В жаркое время года баллоны необходимо укрывать брезентом без жирных (масляных) пятен.

#### **7.4 Обеспечение пожаробезопасности**

Требования пожарной безопасности разработаны согласно прил. XV [27] и представлены ниже.

На территории строительной площадки площадью 5 га и более должно быть не менее двух въездов с противоположных сторон площадки.

Дороги должны иметь покрытие, пригодное для проезда пожарных автомобилей в любое время года, ширина проездов не менее 6 м.

Ворота для въезда должны быть шириной не менее 6 м.

У въезда на строительную площадку следует вывесить схемы размещения зданий, складов, мест расположения водоисточников, средств пожаротушения и связи, схема сети дорог.

Устройство подъездов и дорог следует завершить к началу основных строительных работ.

Бытовки для размещения пожарной охраны и необходимые средства пожаротушения завозятся на строительную площадку в первую очередь, до начала строительных работ.

Расстояние от внутреннего края дороги до стены здания следует принять при высоте зданий до 28 м – не более 8 м.

Горючие строительные материалы размещаются в штабелях или группами площадью не более 100 м<sup>2</sup>. Расстояние между штабелями и зданиями должно быть не менее 24 м.

Применение открытого огня (сварка и др.) в помещениях, где ведутся работы с использованием горючих веществ (краски, лаки, мастики и т.п.), категорически запрещается.

К началу основных строительных работ на стройке должно быть обеспечено: противопожарное водоснабжение от пожарных гидрантов на водопроводной сети; или от резервуаров воды (водоёмов).

Внутренний пожарный водопровод и автоматические системы пожаротушения монтируются одновременно с возведением здания.

Противопожарный водопровод должен вводиться в действие к началу отделочных работ.

Автоматические системы пожаротушения и сигнализации вводятся в действие к моменту начала пусконаладочных работ в системах вентиляции электроснабжения, лифтового оборудования и др.

Пожарные депо, предусмотренные проектом, должны сооружаться в первую очередь. Использование зданий пожарных депо под другие нужды запрещается.

## **7.5 Техника безопасности при производстве работ (описать основные работы)**

Все требования по технике безопасности работ представлены в прил. IV [24] и рассмотрены ниже.

При производстве земляных работ следует учесть следующие требования.

Выполнение земляных работ с размещением рабочих мест в выемках и траншеях предусматривается мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- обрывающиеся горные породы (грунты);
- падающие предметы (куски породы);
- движущиеся машины и их рабочие органы, а также передвигаемые ими предмет; п. 147 [24]

Производство земляных работ в охранной зоне кабелей высокого напряжения, действующего газопровода, других коммуникаций. п. 150 [24]

Производство работ в этих условиях следует осуществлять под непосредственным наблюдением руководителя (производителя) работ, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, или действующих газопроводов, кроме того, под наблюдением работников организаций, эксплуатирующих эти коммуникации.

В случае обнаружения в процессе производства земляных работ, не указанных в организационно-технологической документации на производство работ коммуникаций, подземных сооружений или взрывоопасных материалов земляные работы должны быть приостановлены. п. 152 [24].

При производстве работ нахождение работников в выемках с вертикальными стенками без крепления в песчаных, пылевато-глинистых и талых грунтах допускается при расположении этих выемок выше уровня

грунтовых вод, при отсутствии вблизи них подземных сооружений, а также на глубине не более:

- в не слежавшихся насыпных и природного сложения песчаных грунтах - 1,0 м;
- в супесях - 1,25 м;
- в суглинках и глинах - 1,5 м; п. 156 [24]

При работе экскаватора не разрешается производить другие работы со стороны забоя и находиться работникам на расстоянии ближе 5 м от радиуса действия экскаватора. п. 167 [24]

При производстве бетонных работ следует учесть следующие требования.

При приготовлении, подаче, укладке и уходе за бетоном, заготовке и установке арматуры, а также установке и разборке опалубки необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером выполняемой работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,8 м и более на расстоянии ближе 2 м от границы перепада по высоте в условиях отсутствия защитных ограждений либо при высоте защитных ограждений менее 1,1 м;
- неустойчивое состояния сооружения, объекта, опалубки и поддерживающих креплений;
- высокие ветровые нагрузки;
- наличие химических добавок в бетонной смеси, возможность химических ожогов кожи и повреждения глаз работников;
- движущиеся машины и передвигаемые ими предметы;
- обрушение элементов конструкций;
- шум и вибрация;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. п. 213 [24]

При возведении зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной захватке (участке) на этажах (ярусах), над которыми производятся перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций и оборудования. п. 250 [24]

Окраску и антикоррозионную защиту конструкций и оборудования в случаях, когда они выполняются на строительной площадке, следует производить до их подъема на проектную отметку. После подъема производить окраску или антикоррозионную защиту следует только в местах стыков и соединений конструкций. п. 257 [24].



При производстве монтажных работ следует учесть следующие требования.

При монтаже элементов конструкций, трубопроводов и оборудования необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером выполняемой работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,8 м и более на расстоянии ближе 2 м от границы перепада по высоте в условиях отсутствия защитных ограждений либо при высоте защитных ограждений менее 1,1 м;
- передвигающиеся конструкции, грузы;
- обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;
- падение вышерасположенных материалов, инструмента;
- опрокидывание машин, падение их частей;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. п. 250 [24]

Навесные монтажные площадки, лестницы и другие приспособления, необходимые работникам для работы на высоте, следует устанавливать на монтируемых конструкциях до их подъема. п. 260 [24]

Запрещается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам (фермам, ригелям и другим), на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода (не менее 0,4 м) при установленных ограждениях, без применения специальных предохранительных приспособлений - натянутого вдоль указанных элементов страховочного каната для закрепления карабина предохранительного пояса или навесного переходного мостика шириной не менее 0,4 м и высотой ограждения не менее 1,1 м. п. 264 [24]

Не допускается нахождение работников под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение. п. 266 [20]

Монтируемые элементы следует поднимать плавно, без рывков, раскачивания и вращения. п. 274 [24]

Установленные в проектное положение элементы конструкций или оборудования должны быть закреплены так, чтобы обеспечивалась их устойчивость и геометрическая неизменяемость. п. 276 [24]

При производстве каменных работ следует учесть следующие требования.

При кладке стен здания на высоту до 0,7 м от рабочего настила и расстоянии от уровня кладки с внешней стороны до поверхности земли (перекрытия) более 1,8 м необходимо применять ограждающие (улавливающие)

устройства, а при невозможности их применения - предохранительный пояс. п. 289 [24]

Работы, связанные с установкой, очисткой или снятием защитных козырьков, должны производиться с применением средств защиты в соответствии с требованиями Правил.

Ходить по козырькам, использовать их в качестве подмостей, а также складывать на них материалы не допускается. п. 291 [24]

При перемещении и подаче на рабочие места грузоподъемными кранами кирпича, керамических камней и мелких блоков необходимо применять поддоны, контейнеры и грузозахватные устройства, предусмотренные ППР, имеющие приспособления, исключающие падение груза при подъеме. п. 290 [20]

Расшивку наружных швов кладки необходимо выполнять с перекрытия или средств подмащивания после укладки каждого ряда кладки. Работникам запрещается находиться на стене здания во время проведения этой операции. п. 294 [24]

При производстве монтажных работ следует учесть следующие требования.

Производство кровельных работ газопламенным способом следует осуществлять по наряду-допуску, предусматривающему меры безопасности. п. 347 [24]

Для прохода работников, выполняющих работы на крыше с уклоном более 20% (12°), а также на крыше с покрытием, не рассчитанным на нагрузки от веса работающих, необходимо применять трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног. Трапы на время работы должны быть закреплены. п. 352 [24].

При выполнении работ на крыше с уклоном более 20% (12°) должны применяться соответствующие системы обеспечения безопасности работ на высоте либо работы должны производиться со строительных лесов. п. 353 [24]

Не допускается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра со скоростью 15 м/с и более. п. 357 [24]

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОНИКОВ

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003; введ. 30.06.12. – М.: Минрегион России, 2012. – 85 с.
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. - Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*; введ. 30.06.12. – М.: Минрегион России, 2012. –109 с.
3. ГОСТ 30494 – 2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях; введ. 01.01.13. – М.:СантехНИИпроект,2011.–11 с.
4. СП 118.13330.2012\* Общественные здания и сооружения. - Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2) / официальное издание; введ. 01.09.14. – М.: Минстрой России, 2014. – 71 с.
5. СП 4.13130.2013 Свод правил Системы противопожарной защиты ограничение распространения пожара на объектах защиты требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям; введ. 24.06.13. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 186 с.
6. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты эвакуационные пути и выходы; введ. 25.04.09. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 42 с.
7. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. – Актуализированная редакция СНиП 2-23-81\*; введ. 20.05.11. – М.: ЦНИИСК, 2011. – 171 с.
8. Семенов А.А. Металлические конструкции. Расчет элементов и Соединений с использованием программного комплекса SCAD Office: учеб. пособие/ А.А. Семенов, А.И. Габитов, И.А. Порываев. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2014. – 340 с.
9. Абашева Л.П. Проектирование и расчет стальных ферм и перекрытий из парных уголков: метод. указания / Л. П. Абашева, И. И. Зуева; Перм. Гос. Техн. ун-т. – Пермь: ИПЦ ПГТУ, 2008. – 46 с.
10. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. – Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*; введ. 20.05.11. – М.: ЦНИИСК, 2011. – 96 с.
11. Кудишин Ю.И. Металлические контсрукции: учеб. / Ю.И. Кудишин. –М.: изд – во Академия, 2010. – 675 с.
12. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\*. – Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1) / Официальное издание; введ. 01.06.16. – М.: Минстрой России, ФЦС, 2016. – 125 с.
13. Халимов О.З., Стрельников Д.А. Проведение штамповых испытания в селе Прихолмье / О.З. Халимов // Сборник статей по материалам LXII международной научно – практической конференции / Технические науки – от теории к практике. – Новосибирск, 2016. – Т. 57, № 9. – С. 97 – 108.
14. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение развития городов: учеб.

пособие / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. – М.: Стройиздат Северо – Запад. ГК «Геореконструкция», 2010. – 551 с.

15.Халимов О.З. Совершенствование системы качества экспертиз на этапах Жизненного цикла недвижимости / О.З. Халимов // Сборник международной конференции по геотехнике «Геотехнические проблемы мегаполисов» / Моск. гос. ун – т. – Москва, 2008. – С. 146 – 152.

16. СП 22. 13330. 2011 Основания зданий и сооружений. – Актуализированная редакция СНиП 2.02.01 – 83\*; введ. 20.05.11. – М.: Минрегион России, 2011. – 161 с.

17. Рачковский Ю.П. Выбор строительного крана: уч. пособие для вузов/ Ю.П. Рачковский, Томрачев С.А: Томск. гос. ун-т. – Томск: ТГАСУ, 2012–36 с.

18.Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование: учеб. / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: изд-во Высшая школа, 2007. – 445 с.

19. Демченко В. М. Технология возведения зданий и сооружений: учеб. пособие по курсовому проектированию / В.М. Демченко.–М.:КГТУ,2007.- 208 с.

20. СТО 43.29.19 Условные обозначения, изображаемые на стройгенплане. – Официальное издание; введ. 09.11.12. – М.: 2012. – 12 с.

21.Соломонова Е. Б., Экономика строительства: учеб.-мет. пособие / Сост. А. А. Магдалин. – Абакан: ХТИ – филиал СФУ, 2009. – 117 с.

22. Рузский А.В. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу / А.В. Рузский, В.В. Донченко, Ю.И. Кунин, В.А. Петрухин и др. – М.: Министерство транспорта российской Федерации, 2008. – 84 с.

23.Бабушкина Е.А. Оценка воздействия на окружающую среду: метод. указания по выполнению самостоятельной работы / Е.А. Бабушкина, Е.Е. Ибе ; Сиб. федер. ун – т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред. – изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2014. – 13 с.

24. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12. 2001 N 197 - ФЗ (ред. От 03.07. 2016) (с изм. И доп., вступ. В силу с 01.01. 2017); введ. 01.01.17. – М.: Государственная Дума, 2017.

25.Проект СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования (актуализированная редакция 2010 год)

26. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 1 июня 2015 г. N 336н "Об утверждении правил по охране труда в строительстве"; введ. 01.06.15. – М.: Государственная Дума, 2015.

27. Постановление правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме"; введ. 01.09.12. – М.: Государственная Дума, 2012.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Ведомость объемов работ представлена в таблице А.1.

Таблица А.1 – Калькуляция трудовых затрат.

№	Обоснование по ГЭСН	Наименование работ	Ед. измерения	Кол- во работ	Норма времени		На объем работ			Марка машины; Состав звена
					ч/час	м/час	Тн(ч- час)	Тн(ч- дни)	м/см	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I Подземная часть 1 Нулевой цикл										
1	ГЭСН 01-01-004-05	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью: 0,25 м <sup>3</sup> , группа грунтов 2	1000 м <sup>3</sup>	0,0072	12,86	58,76	0,09	0,011	0,05	ЭО - 4321 Рабочий – строитель 2р
2	ГЭСН 08-01-002-02	Устройство основания под фундаменты: щебеночного	1 м <sup>3</sup>	0,57	2,4	0,92	1,37	0,17	0,04	Пневм. трамбовка Рабочий – строитель 2р, 5р
2 Устройство фундаментов										
3	ГЭСН 46-04-001-02	Разборка: железобетонных фундаментов	1 м <sup>3</sup>	4,68	15,45	-	72,30	9,03	-	Рабочие строители 3р, 5р.
4	ГЭСН 06-01-015-01	Установка анкерных болтов: в готовые гнезда с заделкой длиной до 1 м	1 т	0,02	315,01	-	6,3	0,78	-	Рабочие строители 3р, 3р
5	ГЭСН 06-01-012-01	Устройство опалубки (снизу) и поддерживающих ее конструкций для высоких ростверков	100 м <sup>2</sup>	0,06	95,92	-	5,75	0,71	-	Рабочие строители 2р, 9р

Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	ГЭСН 06-01-001-16	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	100 м <sup>3</sup>	0,015	220,66	-	3,30	0,41	-	Вибратор Sturm CV71101 Рабочие – строители 3р
7	ГЭСН 06-01-034-01	Устройство фундаментных балок	100 м <sup>3</sup>	0,02	1309	-	26,18	3,27	-	Вибратор Sturm CV71101 Рабочие строители 3р, 1р
8	ГЭСН 06-01-001-22	Устройство ленточных фундаментов: железобетонных при ширине по верху до 1000 мм	100 м <sup>3</sup>	0,046	446,04	21,42	40,14	5,01	0,123	Вибратор Sturm CV71101 Рабочие строители 3р, 3р.
9	ГЭСН 06-01-015-01	Установка анкерных болтов: в готовые гнезда с заделкой длиной до 1 м	1 т	0,07	315,01	-	22,05	2,75	-	Рабочие строители 3р, 3р
10	ГЭСН 06-01-035-02	Устройство поясов: без опалубки	100 м <sup>3</sup>	0,156	516,46	24,75	80,56	10,07	0,48	Кран Sturm CV71101 Рабочие строители 3р, 4р
11	ГЭСН 06-01-013-01	Устройство подливки толщиной 20 мм	100 м <sup>2</sup>	2,03	45,78	-	93,31	11,64	-	Рабочие строители 3р, 4р
12	ГЭСН 08-01-003-03	Гидроизоляция стен, фундаментов: горизонтальная оклеечная в 2 слоя	100 м <sup>2</sup>	18,72	20,1	-	376,27	47,03	-	Рабочие строители 3р
13	ГЭСН 01-02-061-02	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 2	100 м <sup>3</sup>	0,05	97,2	-	4,86	2,43	-	Рабочие строители 1р, 5р
<p style="text-align: center;">II надземная часть</p> <p style="text-align: center;">3 Монтаж металлического каркаса</p>										
14	ГЭСН 09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	1 т	4,58	10,47	1,91	47,95	5,99	1,09	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 6р

Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	ГЭСН 09-03-002-12	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания: до 25 м	1 т	27,25	18,25	2,57	497,31	62,16	8,75	Кран КС-55713 Рабочие строители 4р, 4р
16	ГЭСН 09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	1 т	5,98	25,53	4,21	152,67	19,08	3,14	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 4р
17	ГЭСН 09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	1 т	1,15	63,28	3,82	72,77	9,09	0,55	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 2р
	3 Кирпичные стены									
18	ГЭСН 08-02-005-03	Кладка армированных стен из кирпича в районах с сейсмичностью 7-8 баллов: наружных средней сложности при высоте этажа до 4 м	1 м <sup>3</sup>	204,37	6,35	0,4	1297,74	162,21	10,20	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 3р
19	ГЭСН 08-02-002-04	Кладка перегородок из кирпича: армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа свыше 4 м	100 м <sup>2</sup>	7,24	135,66	4,11	982,17	122,77	3,72	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 3р

Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	ГЭСН 07-05-007-10	Укладка перемычек при наибольшей массе монтажных элементов в здании: до 5 т, масса перемычки до 0,7 т	100 шт	2,2	96,75	35,84	212,85	26,60	9,86	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 2р
	4 Лестничные марши									
21	ГЭСН 29-01-216-01	Устройство монолитных: железобетонных лестниц и площадок	100 м <sup>3</sup>	0,01	3993	-	39,93	4,99	-	Рабочие строители 4р, 5р
22	ГЭСН 29-01-217-01	Устройство бетонных лестниц на стальных косоурах	100 м <sup>2</sup>	0,32	389	2,14	124,48	15,56	0,08	Рабочие строители 4р, 5р
23	ГЭСН 10-02-041-01	Ограждение лестничных площадок перилами	100 м	0,15	28,78	-	5,18	0,64	-	Рабочие строители 3р, 3р
	4 Плиты покрытия и перекрытия									
24	ГЭСН 06-01-041-01	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: до 200 мм на высоте от опорной площади до 6 м	100 м <sup>3</sup>	0,58	951,08	-	551,62	68,95	-	Рабочие строители 3р, 1р
25	ГЭСН 06-01-087-02	Монтаж и демонтаж: крупнощитовой опалубки перекрытий	10 м <sup>2</sup>	2,16	6,5	-	14,04	1,75	-	Рабочие строители 3р, 3р
26	ГЭСН 09-04-001-03	Монтаж щитов покрытий зданий высотой до 25 м с обшивкой: из тонколистовой стали размером 3х12 м	1 т	8,56	6,72	0,12	57,52	7,19	0,13	Кран КС-55713 Рабочие строители 4р
	5 Крыша. кровля									



Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	ГЭСН 12-01-022-01	Устройство металлической обрешетки из оцинкованного профиля с подкровельным слоем из антиконденсатной пленки ЮТАКОН	100 м <sup>2</sup>	6,73	74,23	0,29	499,56	62,44	0,24	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 8р
28	ГЭСН 12-01-007-08	Устройство кровель из оцинкованной стали: без настенных желобов	100 м <sup>2</sup>	6,73	90,85	0,08	611,04	76,42	0,06	Кран КС-55713 Рабочие строители 3р, 5р
29	ГЭСН 12-01-012-01	Ограждение кровель перилами	100 м	1,2	6,67	-	8,00	1,00	-	Рабочие строители 3р, 3р
30	ГЭСН 20-02-013-04	Установка узлов прохода вытяжных вентиляционных шахт диаметром патрубка: до 800 мм	10 узлов	1,2	42,22	-	50,66	6,33	-	Рабочие строители 3р
31	ГЭСН 12-01-011-01	Устройство колпаков над шахтами в два канала	1 колпак	12,0	1,93	-	23,16	2,89	-	Рабочие строители 3р
	III Отделочные работы 6 Окна и двери									
32	ГЭСН 10-01-034-04	Установка в жилых и общественных зданиях оконных блоков из ПВХ профилей: поворотных (откидных, поворотно-откидных) с площадью проема более 2 м <sup>2</sup> одностворчатых	100 м <sup>2</sup>	2,30	161,33	-	371,06	46,38	-	Рабочие строители 3р, 2р

Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33	ГЭСН 09-04-009-04	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами	100 м <sup>2</sup>	0,45	437,92	-	197,06	24,63	-	Рабочие строители 4р, 2р
34	ГЭСН 10-01-047-01	Установка блоков из ПВХ в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах площадью проема до 3 м <sup>2</sup>	100 м <sup>2</sup>	0,61	201	-	122,61	15,32	-	Рабочие строители 3р, 3р
35	ГЭСН 09-04-013-04	Установка противопожарных дверей: двупольных остекленных	1 м <sup>2</sup>	5,79	2,36	-	13,66	1,70	-	Рабочие строители 4р, 3р
36	ГЭСН 09-04-013-03	Установка противопожарных дверей: однопольных остекленных	1 м <sup>2</sup>	4,2	2,07	-	8,69	1,08	-	Рабочие строители 4р, 4р
	7 Полы									
37	ГЭСН 11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев: бетонных	1 м <sup>3</sup>	39,48	3,66	-	144,49	18,06	-	Рабочие строители 2р, 8р
38	ГЭСН 11-01-004-01	Устройство гидроизоляции оклеечной рулонными материалами: на мастике Битуминоль, первый слой	100 м <sup>2</sup>	4,05	46,18	-	187,02	23,37	-	Рабочие строители 5р, 1р

Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
39	ГЭСН 11-01-009-01	Устройство тепло- и звукоизоляции сплошной из плит: или матов минераловатных или стекловолоконных	100 м <sup>2</sup>	4,05	8,06	-	32,64	4,08	-	Рабочие строители 2р
40	ГЭСН 11-01-011-01	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100 м <sup>2</sup>	2,31	39,51	-	91,27	11,41	-	Рабочие строители 2р, 2р
41	ГЭСН 11-01-011-02	Устройство стяжек: на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-01	100 м <sup>2</sup>	2,31	0,5	-	1,15	0,14	-	Рабочие строители 2р, 2р
42	ГЭСН 11-01-027-06	Устройство покрытий на растворе из сухой смеси с приготовлением раствора в построечных условиях из плиток: гладких неглазурованных керамических для полов одноцветных	100 м <sup>2</sup>	2,01	119,78	-	240,76	30,09	-	Рабочие строители 3р, 2р
43	ГЭСН 11-01-036-02	Устройство покрытий: из линолеума на клею КН-2	100 м <sup>2</sup>	4,53	42,4	-	192,41	24,05	-	Рабочие строители 2р, 7р
44	ГЭСН 11-01-052-01	Устройство полимерных наливных полов из полиуретана: с толщиной покрытия 2 мм	100 м <sup>2</sup>	1,61	54,79	-	88,21	11,0		Рабочие строители 2р, 9р
45	ГЭСН 11-01-040-01	Устройство плинтусов поливинилхлоридных: на клею КН-2	100 м	2,46	8,99	-	22,11	2,76	-	Рабочие строители 4р, 1р

Продолжение таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

8 Отделка стен и потолков										
46	ГЭСН 12-01-013-03	Утепление покрытий плитами: из минеральной ваты или перлита на битумной мастике в один слой	100 м <sup>2</sup>	5,56	45,54	-	253,20	31,6	-	Рабочие строители 3р, 9р
47	ГЭСН 12-01-015-03	Устройство пароизоляции: прокладочной в один слой	100 м <sup>2</sup>	5,56	7,84	-	43,59	5,44	-	Рабочие строители 3р, 2р
48	ГЭСН 15-01-020-03	Облицовка стен на цементном растворе с карнизными, плитусными и угловыми плитками: в общественных зданиях по кирпичу и бетону	100 м <sup>2</sup>	2,30	256,5	-	589,95	73,74	-	Рабочие строители 3р, 6р
49	ГЭСН 15-02-016-04	Штукатурка поверхностей внутри здания цементно-известковым или цементным раствором по камню и бетону: улучшенная потолков	100 м <sup>2</sup>	3,48	87	-	302,82	37,85	-	Рабочие строители 3р, 8р
50	ГЭСН 15-02-034-03	Штукатурка лестничных маршей и площадок: высококачественная с отделкой косоуров и балок без тяг	100 м <sup>2</sup>	0,20	196,65	-	39,33	4,92	-	Рабочие строители 4р, 4р
51	ГЭСН 26-02-009-01	Огнезащитное покрытие металлических оштукатуренных (грунтом ГФ-021) поверхностей материалом огнезащитным терморасширяющимся "Огракс-В-СК	100 м2	2,76	184	-	507,84	63,48	-	Рабочие строители 3р, 3р

Окончание таблицы А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
52	ГЭСН 15-02-036-03	Штукатурка по сетке без устройства каркаса: высококачественная стен	100 м <sup>2</sup>	6,69	161,88	-	1082,98	24,19	-	Рабочие строители 4р
53	ГЭСН 15-06-001-01	Оклейка обоями стен по монолитной штукатурке и бетону: простыми и средней плотности	100 м <sup>2</sup>	5,21	33,64	-	175,26	21,90	-	Рабочие строители 3р, 3р
54	ГЭСН 15-04-005-03	Окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами улучшенная: по штукатурке стен	100 м <sup>2</sup>	1,48	42,9	-	63,49	7,94	-	Рабочие строители 3р, 4р
55	ГЭСН 15-04-005-04	Окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами улучшенная: по штукатурке потолков	100 м <sup>2</sup>	3,48	53,9	-	187,57	23,44	-	Рабочие строители 3р, 4р
56	ГЭСН 09-03-048-01	Монтаж потолков подвесных: комбинированных стальных с облицовкой алюминиевыми листами	100 м <sup>2</sup>	1,61	272,5	-	438,72	54,84	-	Рабочие строители 3р, 5р
57	ГЭСН 15-01-047-13	Облицовка потолков гипсовыми рельефными плитами размером 400х400 мм по металлическим направляющим: с откосом	100 м <sup>2</sup>	0,53	1254	-	664,62	83,07	-	Рабочие строители 3р, 5р

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **Типовая технологическая карта на монтаж металлических ферм на колонны**

#### **1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Типовая технологическая карта разработана на монтаж металлических ферм на колонны. Технологическая карта предназначена для использования при разработке Проектов производства работ (ППР), Проектов организации строительства (ПОС), другой организационно-технологической документации, а также с целью ознакомления рабочих и инженерно-технических работников с правилами производства монтажных работ.

В основу разработки технологической карты положен монтаж ферм весом 0,460 т, длиной 9,53м на опорные площадки металлических колонн в зданиях высотой до 15м.

Привязка технологической карты к местным условиям заключается в уточнении направления монтажа ферм в зависимости от общего направления монтажа здания, в уточнении местоположения сборочных стендов, объемов работ и применяемых грузоподъемных механизмов.

Технологическая карта разработана в соответствии с учётом требований следующих нормативных документов:

1. СП 48,13330,2011 «Организация строительства»;
2. СНиП 3,03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»;
3. СНиП П-23-81\* «Стальные конструкции»;
4. ГОСТ 24297-87 «Входной контроль продукции. Основные положения»;
5. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
6. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
7. СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда».
8. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»;
9. ГОСТ 7502-98 «Рулетки измерительные металлические. Технические условия».
10. ГОСТ 9416-83 «Уровни строительные. Технические условия».
11. ГОСТ 12,4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
12. «Руководство по разработке технологических карт в строительстве» (М.: ЦНИИОМТП, 2006 г.);

## 2 ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

### 2.1 Требования к качеству предшествующих работ

До начала монтажа ферм должны быть выполнены следующие работы:

- работы нулевого цикла;
- монтаж колонн;
- прокладка временных дорог и проездов из железобетонных плит;
- устройство стендов для укрупнительной сборки ферм;
- доставка элементов ферм на строительную площадку;
- доставка инвентарных приспособлений, инструмента и прочих материальнотехнических ресурсов, необходимых для монтажа ферм;
- укрупнительная сборка ферм;
- проведение инструктажа на рабочем месте;
- установка предупреждающих и запрещающих знаков безопасности;

Предельные отклонения фактического положения смонтированных колонн не должны превышать значений, приведенных в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Предельные отклонения фактического положения смонтированных колонн

<i>Параметр</i>	<i>Предельные отклонения, мм</i>	<i>Контроль (метод, объем, вид)</i>
Отклонения отметок опорных поверхностей колонны от проектных	5	Измерительный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн по ряду и в пролете	3	То же
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	«
Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении при длине колонн, мм:		«
св. 4000 до 8000	10	
св. 8000 до 16 000	12	
Стрела прогиба (кривизна колонны)	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
Односторонний зазор между фрезерованными поверхностями стыков колонн	0,0007 поперечного размера сечения колонны; при этом площадь контакта должна составлять не менее 65 % площади поперечного сечения	То же

### 2.2 Транспортировка и складирование изделий и конструкций

К месту монтажа фермы доставляются автомобильным транспортом: КамАЗ 53212, грузоподъемностью 10т (или аналогом). За 1 рейс предусматривается перевозить 2 фермы.

При перевозке металлических ферм автомобильным транспортом требуется разрешение Госавтоинспекции, если они выступают более чем на 2м за задний борт или край платформы. На части конструкций выступающие за габариты транспортного средства, прикрепляют красные флажки, а в темноте и видимости менее 20м - зажженные фонари. Общая длина автопоезда не должна быть больше 20м при одном прицепе. При укладке конструкции следят, чтобы она не задевала за детали автомашины на поворотах, а свисающая часть, не превышала длины, предусмотренной в проекте.

Погрузку, транспортирование, выгрузку и хранение металлических ферм следует производить, соблюдая меры, исключая возможность их повреждения, а также обеспечивающие сохранность защитного покрытия конструкций. Не допускается выгружать фермы сбрасыванием, а также перемещать их волоком.

Хранить металлические фермы следует под навесами либо в закрытых помещениях. Площадки открытого хранения (склады) должны быть забетонированы и иметь стоки для атмосферных вод. Полы открытых и закрытых складов должны быть рассчитаны на нагрузки, соответствующие укладке и хранению металлических ферм в штабелях и стеллажах предельной высоты. На полы закрытых складов наносят белой масляной краской линии, ограничивающие продольные и поперечные проходы между штабелями.

При хранении металлических ферм должно быть обеспечено их устойчивое положение, исключено соприкосновение их с грунтом, а также предусмотрены меры против скапливания атмосферной влаги на конструкциях или внутри них.

Складирование металлических ферм должно обеспечивать сохранность их качества; возможность беспрепятственного осмотра и погрузки любой партии металлических ферм, простоту учета и инвентаризации; безопасность работы; постоянное обновление запасов. При многоярусном складировании металлических ферм между ярусами следует укладывать деревянные прокладки, располагаемыми по одной вертикали с подкладками.

Высота штабелей при ручной укладке металлических ферм не должна превышать 1,5м. Между штабелями должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств.

### 2.3 Требования к организации рабочего места



В процессе монтажа металлических ферм монтажники должны находиться на надежно закрепленных средствах подмащивания. Запрещается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема и перемещения. Навесные монтажные площадки, лестницы и другие приспособления, необходимые для работы монтажников на высоте, следует устанавливать на монтируемых конструкциях до их подъема

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждения.

Запрещается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам, на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода либо отсутствует ограждение.

Навесные металлические лестницы высотой более 5м должны удовлетворять требованиям СНиП 12-03 или быть ограждены металлическими дугами с вертикальными связями и надежно прикреплены к конструкциям или оборудованию. Подъем рабочих по навесным лестницам на высоту более 10м допускается в том случае, если лестницы оборудованы площадками отдыха не реже чем через каждые 10м по высоте.

Для строительных площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. Освещенность, создаваемая осветительными установками общего освещения, должна быть не менее нормируемой  $E_n$ , приведенной в таблице В.2, вне зависимости от применяемых источников света.

Таблица В.2 – Допускаемая освещенность при монтаже металлических ферм

Участки строительных площадок и работ	Наименьшая освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Уровень поверхности, на которой нормируется
1	2	3	4
Погрузка, установка, подъем, разгрузка строительных конструкций и деталей грузоподъемными кранами	10	Горизонтальная	На площадках приема и подачи
	10	Вертикальная	На крюках крана во всех его положениях со стороны машиниста
Монтаж ферм	30	Горизонтальная	По всей высоте сборки
	30	Вертикальная	То же
Подходы к рабочим местам (лестницы, леса и т. д.)	5	Горизонтальная	На площадках и подходах

Открытые склады	5	Горизонтальная	На уровне земли. При применении погрузочных механизмов
-----------------	---	----------------	---

## 2.4 Технология производства работ

В состав работ, последовательно выполняемых при монтаже ферм, входят:

- подготовка мест опирания ферм;
- укрупнительная сборка ферм;
- закрепление на ферме распорок, оттяжек и монтажных лестниц;
- установка готовых ферм на опорные поверхности;
- выверка и закрепление ферм в проектном положении.

### 2.4.1 Подготовка конструкций к монтажу

Металлические фермы, поставляемые на монтаж, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий и рабочих чертежей.

Исполнительными рабочими чертежами должны быть чертежи КМД. Деформированные конструкции следует выправить. Правка может быть выполнена без нагрева поврежденного элемента (холодная правка) либо с предварительным нагревом (правка в горячем состоянии) термическим или термомеханическим методом. Холодная правка допускается только для плавно деформированных элементов. Холодную правку конструкций следует производить способами, исключающими образование вмятин, выбоин и других повреждений на поверхности проката.

Решение об усилении поврежденных конструкций или замене их новыми должна выдать организация - разработчик проекта.

При производстве монтажных работ запрещаются ударные воздействия на сварные конструкции из статей:

- с пределом текучести 390 МПа (40 кгс/мм<sup>2</sup>) и менее - при температуре ниже минус 25 °С;
- с пределом текучести свыше 390 МПа (40 кгс/мм<sup>2</sup>) - при температуре ниже 0 °С;

### 2.4.2 Укрупнительная сборка

До начала работ по монтажу ферм следует произвести их укрупнительную сборку в специально отведенных для этого местах. Укрупнительную сборку ферм производят в строгом соответствии с детализовочными чертежами.

При отсутствии в рабочих чертежах специальных требований предельные отклонения размеров, определяющих собираемость конструкций (длина элементов, расстояние между группами монтажных отверстий), при сборке

отдельных конструктивных элементов и блоков не должны превышать величин, приведенных в таблице В.3.

Таблица В.3 – Предельные отклонения при укрупнительной сборке

Интервалы номинальных размеров, мм	Предельные отклонения, ±		Контроль (метод, объем, вид регистрации)
	Линейных размеров	Равенства диагоналей	
От 2500 до 4000	5	12	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ
Св. 4000 до 8000	6	15	
Св. 8000 до 16 000	8	20	

#### 2.4.3 Монтаж, выверка и закрепление ферм

Монтаж металлических ферм осуществляется с помощью монтажного крана, способного обеспечить необходимую грузоподъемность на установленном вылете стрелы. Монтажный кран подбирается непосредственно при привязке типовой технологической карты к конкретным условиям производства работ.

Выбор монтажного крана производят путем нахождения трех основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъемности (монтажная масса) и вылета стрелы (рисунок В.1).

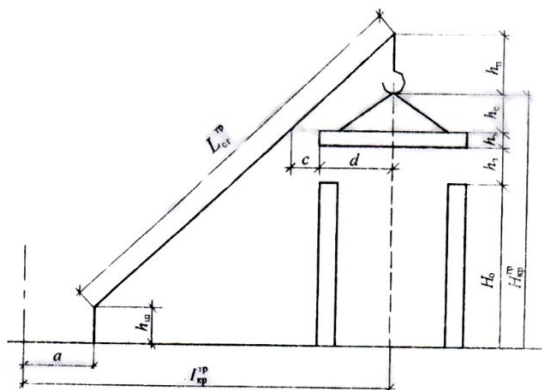


Рисунок В.1 – Схема параметров для выбора стрелового крана.

$c$  – Минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом или ранее смонтированной конструкцией, равный 0,5 – 1,0 м;  $d$  – Половина длины (или ширины) монтируемого элемента;  $a$  – Расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м;  $L_{кр}^0$  – вылет крюка стрелы при требуемой высоте подъема;  $L_{стр}^{кр}$  – требуемая длина стрелы;  $H_{кр}^{тр}$  – высота подъема крюка стрелы;  $h_n$  – высота полиспаста в растянутом состоянии, м;

$H_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опорного сборного элемента на верхнем монтажном горизонте;  $h_з$  – запас по высоте, м;  $h_n$  – высота монтируемого элемента в положении подъема;  $h_c$  – высота грузозахватного устройства;

Грузоподъемность крана на заданной высоте и вылете грузового крюка находят по формуле:

$$M_m = M_z + M_c,$$

где  $M_z$  – масса наиболее тяжелого элемента группы – металлическая ферма, т;

$M_r$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, установленных на элементе до его подъема, т.

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха оголовка стрелы (высота подъема крюка) находят из выражения:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_9 + h_2,$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;  
 $h_3$  – запас по высоте,  $h_3=0,3-0,5$ м;  
 $h_9$  – высота конструкции в положении подъема, м;  
 $h_r$  – высота грузозахватного устройства – расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка, м.

Необходимый вылет крюка при требуемой высоте подъема определяют по формуле:

$$l_k = \frac{(e + e_1 + e_2) \cdot (H_c - h_{ш})}{(h_n + h_z)} + e_3,$$

где  $v$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом, по технике безопасности  $v=0,5$ м;

$v_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле крана, м;

$v_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м; предварительно можно принять  $v_2=0,5$ м;

$v_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м; предварительно можно принять  $v_3=2,0$ м;

$h_{ш}$  – расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до оси поворота крана, м; предварительно можно принять  $h_{ш}=2$ м.

Требуемую длину стрелы определяют из выражения:

$$L_c = \sqrt{(l_k - e_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2}$$

До подъема металлической фермы монтажники прикрепляют к ней инвентарные распорки, строповочный трос и оттяжки (рисунок В.2). Далее двое монтажников осуществляют строповку фермы.

Третий монтажник зацепляет за захваты стропы балансирной траверсы и дает команду машинисту крана натянуть стропы. При этом проверяется правильность положения крюков и захватов. Работу по удержанию фермы при её подъеме от раскачивания выполняют двое монтажников. По команде звеньевое машинист подает ферму к месту монтажа, останавливая её на высоте 20-30см от опорной поверхности. После этого звеньевой и монтажник-электросварщик подводят ферму к месту монтажа, ориентируясь по рискам.

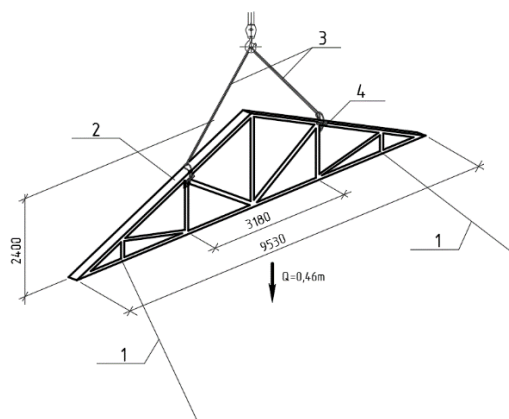


Рисунок В.2 – Схема строповки металлической фермы

1 – Оттяжка; 2 – Ферма; 3 – Строп УСК1 -1,0; 4 – Деревянные подкладки

Перемещение фермы и установка её на опорные плоскости колонн производится по команде звеньёвого, который находится на подмостях у одной из колонн. После предварительной выверки положения фермы электросварщик производит её временное закрепление путём приварки фермы к опорной поверхности колонны как минимум на 50% по каждому шву.

Расчалки для временного закрепления монтируемых конструкций должны быть прикреплены к надёжным опорам. Расчалки должны быть расположены за пределами габаритов движения транспорта и строительных машин. Расчалки не должны касаться острых углов других конструкций. Перегибание расчалок в местах соприкосновения их с элементами других конструкций допускается лишь после проверки прочности и устойчивости этих элементов под воздействием усилий от расчалок.

После выверки электросварщик производит окончательное закрепление фермы. По внешнему виду сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь гладкую или мелкочашуйчатую поверхность, без наплывов, прожогов, сужений и перерывов;
- иметь плавный переход к основным металлоконструкциям (ферме и колонне);
- наплавленный металл должен быть плотный по всей длине шва, не иметь трещин, скоплений и цепочек поверхностных пор; отдельно расположенные поверхностные поры допускаются;
- подрезы основных металлоконструкций допускаются глубиной не более 0,5мм при толщине стали до 10 мм и не более 1мм при толщине стали свыше 10мм;
- все кратеры должны быть заварены.

Расстроповку фермы следует производить после надёжного её закрепления в проектном положении. Расстроповка фермы производится двумя монтажниками с земли посредством выдёргивания штыря захвата тросом.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ

Контроль качества работ по монтажу металлических ферм должен осуществляться специальными службами, создаваемыми в строительной организации и оснащёнными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Контроль качества работ должен включать входной контроль рабочей документации, конструкций и изделий; операционный контроль производства работ по монтажу ферм и приемочный контроль.

#### 3.1 Входной контроль

Входной контроль конструкций и комплектующих изделий проводят в соответствии с ГОСТ 24297-87 «Входной контроль продукции. Основные положения».

При входном контроле фермы, подлежащие монтажу, следует проверять по габаритам и количеству. При поступлении на объект фермы должны сопровождаться документом о качестве (паспортом), содержащим:

- наименование и юридический адрес предприятия-изготовителя, его товарный знак (при наличии);
- наименование изделия;
- обозначение технических условий производства металлических ферм;
- месяц и год изготовления;
- акт приемки изделия;
- отметку технического контроля;
- подтверждение соответствия качества изделия требованиям ТУ;
- изображение знака соответствия пожарной безопасности.

К паспорту может быть приложена копия сертификата пожарной безопасности, заверенная в установленном порядке.

При наличии в технических условиях на конструкции серийного производства и проектной документации на конструкции единичного или мелкосерийного изготовления требований о входном контроле качества материалов и комплектующих изделий, его производят в аттестованной лаборатории или лаборатории изготовителя конструкций.

#### 3.2 Операционный контроль

Операционный контроль качества работ по монтажу металлических ферм выполняют в процессе производства работ. Ответственным за качество выполненных работ назначается мастер или прораб.

Операционный контроль проводят в соответствии с технологической документацией изготовителя. Контроль должен быть достаточным для оценки качества выполняемых операций, имея в виду выполнение требований стандартов или технических условий и проектной документации на конструкции.

Состав контролируемых признаков в процессах контроля и полнота охвата их контролем, а также точность и стабильность параметров технологических режимов операций производства принимаются по технологической документации изготовителя, разработанной в соответствии со стандартами единой системы технологической подготовки производства, и подтверждаются при постановке на производство в соответствии с ГОСТ 15,001 и ГОСТ 15,005.

При выборочном контроле случайно отобранная единица подлежит контролю по всем параметрам. Если фактическое значение хотя бы одного параметра единицы выходит за пределы допуска, эта единица отбраковывается и тогда контролируют удвоенное количество единиц из данной партии. В случае повторного обнаружения брака по данному параметру все единицы партии возвращают исполнителю на разбраковку, а затем их предъявляют на контроль в том же порядке.

Операционный контроль качества сварных соединений Операционный контроль качества сварных соединений должен производиться до нанесения антикоррозионной защиты (в том числе окрашивания конструкций). Методы и объем операционного контроля указан в таблице В.4.

Таблица В.4 – Предельные отклонения при укрупнительной сборке

Метод контроля, ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 1	Объем контроля	Примечания
1	2	3	4
Визуальный и измерительный	Все	100%	Результаты контроля швов типов 1-5 по таблице 2 должны быть оформлены протоколом
Ультразвуковой, ГОСТ 14782 или радиографический, ГОСТ 7512	1 и 2	100%	-
	3	10%	Без учета объема, предусмотренного для швов типов 1 и 2
	4	5%	То же
	5 и 8	1 %	«

Механические испытания. ГОСТ 6996	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству должны быть указаны в проектной документации с учетом требований ГОСТ 23118-99. п.4.10.2
<p style="text-align: center;">Примечания</p> <p>Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации.</p> <p>В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества следует производить не ранее чем через двое суток после окончания сварочных работ</p>	

Контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов.

Если в результате операционного контроля сварных соединений установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

Контроль должен осуществляться в соответствии с требованиями стандартов, проектной и технологической документации.

Неразрушающий контроль качества сварных соединений необходимо выполнять после исправления недопустимых дефектов, выявленных визуальным и измерительным контролем. Неразрушающий контроль должен производиться специалистами (дефектоскопистами), аттестованными в установленном порядке. Заключение по результатам контроля должно быть подписано специалистом не ниже II уровня.

При систематическом выявлении в сварных соединениях недопустимых дефектов (уровень брака более 10 %) методами неразрушающего контроля объем контроля должен быть удвоен, а при дальнейшем выявлении недопустимых дефектов необходимо выполнить контроль всех соединений данного типа в объеме 100 %.

Сварные соединения, не удовлетворяющие требованиям к их качеству, должны быть исправлены в соответствии с разработанной технологией и повторно проконтролированы.

### 3.3 Приемочный контроль

При приемочном контроле осуществляют проверку соответствия положения ферм положению, указанному в рабочих чертежах.

Предельные отклонения, а также метод, объем и вид контроля при монтаже ферм приведены в таблице В.5.

Таблица В.5 – Предельные отклонения при укрупнительной сборке



Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Отметки опорных узлов	10	Измерительный, каждый узел, журнал работ
2. Смещение ферм с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
3. Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы,	0,0013 длины закрепленного участка, но не более 15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
4. Расстояние между осями ферм по верхним поясам между точками закрепления	15	То же
5. Совмещение осей нижнего и верхнего поясов ферм относительно друг друга (в плане)	0,004 высоты фермы	«

#### 4 МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Таблица В.6 – Материальные ресурсы

Поз.	Наименование изделия	Вес единицы, кг	Кол-во
1.	Металлическая ферма, L=9,53м	460	13

Примерный перечень основного необходимого оборудования, машин, механизмов и инструментов для производства работ по монтажу металлических ферм приведен в таблице В.7.

Таблица В.7 – Перечень основного необходимого оборудования

Поз.	Наименование машин, механизмов, станков, инструментов и материалов	Марка	Ед. изм.	Кол-во
1	Кран автомобильный, Q=25,0 т.	КС-55713-1В	шт.	1
2	Универсальный строп, Q=1,6 т.	УСК 1 – 1,0	шт.	2
3	Оттяжки из пенькового каната	d=15...20 мм	шт.	4
4	Расчалки		шт.	10

5	Нивелир	2Н-КЛ	шт.	2
6	Теодолит	2Т-30П	шт.	1
7	Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502-98	шт.	1
8	Уровень строительный УС2-П	ГОСТ 9416-83	шт.	2
9	Отвес стальной строительный	ГОСТ 7948-80	шт.	2
10	Домкрат реечный	ДР-3,2	шт.	1
11	Инвентарная винтовая стяжка		шт.	4
12	Кондуктор для закрепления и выверки ферм		шт.	4
13	Лом стальной	ГОСТ 2310-77*	шт.	2
14	Каски строительные		шт.	5
15	Жилеты оранжевые		шт.	5

## 5 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Трудоемкость выполнения работ по монтажу металлических ферм определена на основании ГЭСН и приведена в таблице В.8.

Состав работ:

01. Установка и крепление стропильных и подстропильных стальных ферм.  
02. Устройство подмостей. 03. Антикоррозийная защита стальных конструкций.

Таблица В.8 – Трудоемкость выполнения работ

Обоснование (ГЭСН)	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени на единицу измерения, чел.-ч.	Затраты труда на весь объем, чел.-ч
ГЭСН 09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т металлических ферм в зоне работы крана	1 т	5,98	25,53	19,08

При использовании ГЭСН сборника №9 учтены в норму времени следующие составы работ:

- выгрузка конструкций на приобъектном складе;
- погрузку конструкций, транспортировку в зону производства работ автомобильным транспортом, разгрузка.
- сортировку конструкций, очистку от загрязнений, исправление деформированных и поврежденных во время транспортировки конструкций с восстановлением поврежденной огрунтовки.

– укрупнительную сборку отправочных марок в монтажные элементы с устройством и разборкой стендов, стеллажей и шпальных клеток; подачу в зону монтажа, обеспечение жесткости при монтаже; устройство и разборку подмостей, лестниц, настилов, люлек и других приспособлений, предусмотренных проектами производства работ и правилами по технике безопасности; подъем, установку, совместную выверку конструкций.

Потребность в основном персонале для производства работ по монтажу металлических ферм приведена в таблице В.9.

Таблица В.9 – Трудоемкость выполнения работ

Поз.	Наименование работ	Персонал	Всего,
ГЭСН 09-03- 012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т металлических ферм в зоне работы крана	Рабочие строители 3р, 4р	2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Локальный сметный расчет представлен в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Локальный сметный расчет.

№ пп	Обоснован ие	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб. на ед./ Всего	Т/з мех. на ед./ Всего
					Всего	В том числе			Всего	В том числе				
						Осн.З/п	Эк.Маш./ З/пМех.	Мат.		Осн.З/п	Эк.Маш./ З/пМех.	Мат.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Раздел 1. Земляные работы														
1	ФЕР01-01-004-05	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 0,25 м3, группа грунтов: 2	1000 м3 грунта	0,007	5056,92	120,37	4936,55 817,94		35,40	0,84	34,56 5,73		15,432 0,11	70,512 0,49
2	ФЕР08-01-002-02  Изм. вып.1	Устройство основания под фундаменты: щебеночного	1 м3 основан ия	0,57	257,32	19,58	66,97 5,56	170,77	146,67	11,16	38,17 3,17	97,34	2,4 1,37	0,54 0,31
Итого по разделу 1 Земляные работы									1424,73				1,48	0,8
Раздел 2. Фундаменты														
3	ФЕР46-04-001-02	Разборка фундаментов: бетонных	1 м3	4,68	435,43	84,97	350,46 30,05		2037,81	397,66	1640,15 140,63		9,59 44,88	2,84 13,29
4	ФЕР06-01-015-01	Установка анкерных болтов в готовые гнезда с заделкой длиной: до 1 м	1 т	0,09	12947,20	2787,84	55,90 3,38	10103,46	1165,25	250,91	5,03 0,30	909,31	315,01 28,35	0,62 0,06
5	ФЕР06-01-012-01	Устройство опалубки (снизу) и поддерживающих ее конструкций для высоких ростверков	100 м2 площад и горизон тальной проекции и роствер ков	0,06	2150,88	810,52	39,68 3,66	1300,68	129,05	48,63	2,38 0,22	78,04	95,92 5,76	0,44 0,03

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	ФЕР06-01-001-16	Устройство фундаментных плит железобетонных плоских	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	0,015	120967,35	1882,23	3673,83 367,76	115411,29	1814,51	28,23	55,11 5,52	1731,17	220,66 3,31	28,78 0,43
7	ФЕР06-01-034-01	Устройство балок фундаментных	100 м3 железобетона в деле	0,02	151502,42	11283,58	6565,69 804,08	133653,15	3030,05	225,67	131,31 16,08	2673,07	1309 26,18	61,01 1,22
8	ФЕР06-01-001-22	Устройство ленточных фундаментов железобетонных при ширине поверху: до 1000 мм	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	0,046	116960,44	3947,45	3705,49 387,47	109307,50	5380,18	181,58	170,45 17,82	5028,15	446,04 20,52	30,64 1,41
9	ФЕР06-01-035-02	Устройство поясов: без опалубки	100 м3 железобетона в деле	0,156	152247,72	4632,65	7055,07 814,88	140560,00	23750,64	722,69	1100,59 127,12	21927,36	516,46 80,57	61,5 9,59
10	ФЕР06-01-013-01	Устройство подливки толщиной 20 мм	100 м2 подливки и под колонны	2,03	1957,40	410,65	13,95 1,08	1532,80	3973,52	833,62	28,32 2,19	3111,58	45,78 92,93	0,13 0,26
11	ФЕР08-01-003-03	Гидроизоляция стен, фундаментов горизонтальная оклеечная: в 2 слоя	100 м2 изолируемой поверхности	18,72	4249,48	171,45	155,08 7,41	3922,95	79550,27	3209,54	2903,10 138,72	73437,63	20,1 376,27	0,7 13,1
12	ФЕР01-02-061-02	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 2	100 м3 грунта	0,05	727,06	727,06			36,35	36,35			97,2 4,86	
13	ФССЦ-204-0024	Горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса А-III диаметром 16-18 мм	т	1,98	8054,00			8054,00	15946,92			15946,92		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Итого по разделу 2 Фундаменты</b>									<b>961088,97</b>				<b>683,63</b>	<b>39,39</b>
<b>Раздел 3. Каркас, стены, перегородки</b>														
14	ФЕР09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой до 25 м цельного сечения массой: до 1,0 т	1 т конструкций	4,58	414,00	105,72	266,30 25,98	41,98	1896,12	484,20	1219,65 118,99	192,27	11,517 52,75	2,22 10,17
15	ФЕР09-03-002-12	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания: до 25 м	1 т конструкций	27,25	765,06	186,33	471,25 39,23	107,48	20847,89	5077,49	12841,56 1069,02	2928,84	18,25 497,31	2,88 78,48
16	ФЕР09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом до 24 м массой: до 3,0 т	1 т конструкций	5,98	888,02	229,00	564,77 56,87	94,25	5310,36	1369,42	3377,32 340,08	563,62	25,53 152,67	4,92 29,42
17	ФЕР09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	1 т конструкций	1,15	1260,97	553,07	474,94 51,76	232,96	1450,12	636,03	546,18 59,52	267,91	63,28 72,77	4,01 4,61
18	ФЕР08-02-005-03	Кладка армированных стен наружных средней сложности из кирпича керамического одинарного в районах с сейсмичностью 7-8 баллов при высоте этажа: до 4 м	1 м3 кладки	204,3 7	918,15	56,26	34,56 4,23	827,33	187642,32	11497,86	7063,03 864,49	169081,43	6,35 1297,75	0,4 81,75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	ФЕР08-02-002-04	Кладка перегородок армированных толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа свыше 4 м из кирпича: керамического одинарного	100 м2 перегородок (за вычетом проемов)	7,24	12036,67	1157,18	363,39 44,65	10516,10	87145,49	8377,98	2630,94 323,27	76136,57	135,66 982,18	4,22 30,55
20	ФЕР07-05-007-10	Укладка перемычек до массой 0,3 т	100 шт. сборных конструкций	2,2	1068,37	153,91	784,51 122,58	129,95	2350,41	338,60	1725,92 269,68	285,89	17,61 38,74	9,08 19,98
<b>Итого по разделу 3 Каркас, стены, перегородки</b>									<b>2369289,69</b>				<b>3094,17</b>	<b>254,96</b>
<b>Раздел 4. Лестничные марши</b>														
21	ФЕР29-01-216-01	Устройство монолитных: железобетонных лестниц и площадок 161 411,32 = 156 326,32 + 5 085,00	100 м3 бетона в конструкции	0,01	161411,32	41327,55	3258,79	116824,98	1614,11	413,28	32,59	1168,24	3993 39,93	
22	ФЕР29-01-217-01	Устройство бетонных лестниц на стальных косоурах	100 м2 горизонтальной проекции	0,32	58821,02	4026,15	35,43	54759,44	18822,73	1288,37	11,34	17523,02	389 124,48	
23	ФЕР10-02-041-01	Ограждение лестничных площадок перилами	100 м перил	0,15	451,68	254,99	105,42 12,38	91,27	67,75	38,25	15,81 1,86	13,69	28,78 4,32	1,17 0,18
<b>Итого по разделу 4 Лестничные марши</b>									<b>157112,53</b>				<b>168,73</b>	<b>0,18</b>
<b>Раздел 5. Плиты покрытия и перекрытия</b>														
24	ФЕР06-01-041-01	Устройство перекрытий безбалочных толщиной до 200 мм, на высоте от опорной площади: до 6 м	100 м3 в деле	0,58	146604,37	8198,31	2741,73 400,97	135664,33	85030,53	4755,02	1590,20 232,56	78685,31	951,08 551,63	31,17 18,08
25	ФЕР06-01-087-02	Монтаж и демонтаж крупнощитовой опалубки: перекрытий	10 м2 конструкций	2,16	260,73	50,70	153,20 19,17	56,83	563,18	109,51	330,91 41,41	122,76	6,5 14,04	1,75 3,78

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26	ФЕР09-04-001-03	Монтаж щитов покрытий зданий высотой до 25 м с обшивкой из: тонколистовой стали размером 3х12 м	1 т конструкций	8,56	282,95	64,65	156,57 13,71	61,73	2422,05	553,40	1340,24 117,36	528,41	6,72 57,52	1,15 9,84
<b>Итого по разделу 5 Плиты покрытия и перекрытия</b>									<b>632858,98</b>				<b>623,19</b>	<b>31,7</b>
<b>Раздел 6. Кровля</b>														
27	ФЕР12-01-022-01	Устройство металлической обрешетки из оцинкованного профиля с подкровельным слоем из антиконденсатной пленки ЮТАКОН	100м2 обрешетки	6,73	10089,09	697,76	86,81 3,92	9304,52	67899,58	4695,92	584,23 26,38	62619,43	74,23 499,57	0,69 4,64
28	ФЕР12-01-007-08	Устройство кровель из оцинкованной стали: без настенных желобов	100 м2 кровли	6,73	10795,33	824,68	55,05 6,67	9915,60	72652,57	5550,10	370,49 44,89	66731,98	90,85 611,42	0,63 4,24
29	ФЕР12-01-012-01	Ограждение кровель перилами	100 м ограждения	1,2	3145,73	59,08	53,74 4,55	3032,91	3774,88	70,90	64,49 5,46	3639,49	6,67 8	0,43 0,52
30	ФЕР20-02-013-04	Установка узлов прохода вытяжных вентиляционных шахт диаметром патрубка: до 800 мм	10 узлов	1,2	567,75	394,26	17,19 0,41	156,30	681,30	473,11	20,63 0,49	187,56	46,22 55,46	0,08 0,1
31	ФЕР12-01-011-01	Устройство колпаков над шахтами: в два канала	1 колпак	12	332,01	16,46	0,75 0,11	314,80	3984,12	197,52	9,00 1,32	3777,60	1,93 23,16	0,01 0,12
<b>Итого по разделу 6 Кровля</b>									<b>1095537,53</b>				<b>1197,61</b>	<b>9,62</b>
<b>Раздел 7. Окна и двери</b>														



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
32	ФЕР10-01-034-04	Установка в жилых и общественных зданиях оконных блоков из ПВХ профилей поворотных (откидных, поворотно-откидных) с площадью проема более 2 м2 одностворчатых	100 м2 проёмов	2,3	123017,6 8	1410,02	352,64 8,59	121255,02	282940,66	3243,05	811,07 19,76	278886,54	161,33 371,06	4,23 9,73
33	ФЕР09-04-009-04	Монтаж оконных блоков из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами 57 470,98 = 6 371,98 + 51 099,00	100 м2	0,45	57470,98	4339,79	1968,91 265,76	51162,28	25861,94	1952,91	886,01 119,59	23023,02	437,92 197,06	19,31 8,69
34	ФЕР10-01-047-01	Установка блоков из ПВХ в наружных и внутренних дверных проемах в каменных стенах площадью проема до 3 м2	100 м2 проёмов	0,61	243846,5 7	1778,85	386,45 13,67	241681,27	148746,41	1085,10	235,73 8,34	147425,58	201 122,61	4,62 2,82
35	ФЕР09-04-013-04	Установка противопожарных дверей: двупольных остекленных	1 м2	5,79	85,14	23,74	9,45 4,02	51,95	492,96	137,45	54,72 23,28	300,79	8,49 49,16	0,38 2,2
36	ФЕР09-04-013-03	Установка противопожарных дверей: однопольных остекленных	1 м2	4,2	91,99	21,13	10,20 4,02	60,66	386,36	88,75	42,84 16,88	254,77	8,49 35,66	0,38 1,6
<b>Итого по разделу 7 Окна и двери</b>									<b>3038926,9 6</b>				<b>775,55</b>	<b>25,04</b>
<b>Раздел 8. Полы</b>														
37	ФЕР11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев: бетонных	1 м3 подстил ающего слоя	39,48	634,46	14,69	0,24	619,53	25048,48	579,96	9,48	24459,04	1,8 71,06	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
38	ФЕР11-01-004-01	Устройство гидроизоляции оклеечной рулонными материалами на мастике "Битуминоль": первый слой	100 м2 изолируемой поверхности	4,05	2739,40	520,46	309,99 10,37	1908,95	11094,57	2107,86	1255,46 42,00	7731,25	46,18 187,03	0,98 3,97
39	ФЕР11-01-009-01	Устройство тепло- и звукоизоляции сплошной из плит: или матов минераловатных или стекловолоконных	100 м2 изолируемой поверхности	4,05	2566,67	254,49	77,49 12,27	2234,69	10395,01	1030,68	313,83 49,69	9050,50	28,38 114,94	1,16 4,7
40	ФЕР11-01-011-01	Устройство стяжек цементных: толщиной 20 мм	100 м2 стяжки	2,31	1470,97	313,96	29,94 13,44	1127,07	3397,94	725,25	69,16 31,05	2603,53	39,51 91,27	1,27 2,93
41	ФЕР11-01-011-02	Устройство стяжек цементных: на каждые 5 мм изменения толщины стяжки добавлять или исключать к расценке 11-01-011-01	100 м2 стяжки	2,31	288,96	3,97	5,36 2,22	279,63	667,50	9,17	12,38 5,13	645,95	0,5 1,16	0,21 0,49
42	ФЕР11-01-027-06  Доп.вып.2	Устройство покрытий на растворе из сухой смеси с приготовлением раствора в построечных условиях из плиток: гладких неглазурованных керамических для полов одноцветных	100 м2 покрытия	2,01	9027,91	1046,88	122,13 50,34	7858,90	18146,10	2104,23	245,48 101,18	15796,39	119,78 240,76	4,5 9,05
43	ФЕР11-01-036-02	Устройство покрытий из линолеума на клею: КН-2	100 м2 покрытия	4,53	8636,02	422,78	44,70 8,99	8168,54	39121,18	1915,21	202,49 40,72	37003,48	50,88 230,49	0,85 3,85
44	ФЕР11-01-045-01  Доп. вып.1	Устройство покрытий наливных на эпоксидной смоле ЭД 20 составом <Диапол 320> толщиной 3 мм и грунтовкой <Диапол 112> толщиной 0,5 мм	100м2	1,61	21415,91	930,87	57,56 1,30	20427,48	34479,62	1498,70	92,67 2,09	32888,25	80,04 128,86	0,24 0,39

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
45	ФЕР11-01-040-01	Устройство плитусов поливинилхлоридных: на клее КН-2	100 м плитусов	2,46	555,35	87,86	2,26 0,32	465,23	1366,16	216,14	5,56 0,79	1144,46	8,99 22,12	0,03 0,07
<b>Итого по разделу 8 Полы</b>									<b>1062198,8 2</b>				<b>1087,69</b>	<b>25,45</b>
<b>Раздел 9. Отделка стен и потолков</b>														
46	ФЕР12-01-013-01	Утепление покрытий плитами из пенопласта полистирольного на битумной мастике: в один слой	100 м2 утепляемого покрытия	5,56	5279,56	179,24	132,55 9,20	4967,77	29354,35	996,57	736,98 51,15	27620,80	21,02 116,87	0,87 4,84
47	ФЕР12-01-015-01	Устройство пароизоляции оклеечной: в один слой	100 м2 изолируемой поверхности	5,56	1785,00	164,72	79,18 2,96	1541,10	9924,60	915,84	440,24 16,46	8568,52	17,51 97,36	0,28 1,56
48	ФЕР15-01-020-03	Облицовка стен на цементном растворе с карнизными, плитусными и угловыми плитками в общественных зданиях: по кирпичу и бетону	100 м2 поверхности облицовки	2,3	13315,99	2545,82	18,63 8,19	10751,54	30626,78	5855,38	42,85 18,84	24728,55	277,02 637,15	0,774 1,78
49	ФЕР15-02-016-04	Улучшенное оштукатуривание поверхностей цементно-известковым или цементным раствором по камню и бетону: потолков	100 м2 оштукатуриваемой поверхности	3,48	1978,87	736,80	90,17 59,90	1151,90	6886,48	2564,07	313,80 208,43	4008,61	78,3 272,48	5,661 19,7
50	ФЕР15-02-034-03	Высококачественная штукатурка лестничных маршей и площадок: с отделкой косоуров и балок без тяг	100 м2 горизонтальной проекции марша или площадки (поэтажно)	0,2	4850,82	2007,80	79,21 49,41	2763,81	970,16	401,56	15,84 9,88	552,76	196,65 39,33	4,67 0,93

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
51	ФЕР26-02-009-01	Огнезащитное покрытие металлических огрунтованных (грунтом ГФ-021) поверхностей материалом огнезащитным терморасширяющимся "Огракс-В-СК"	100м2 покрытия	2,76	12668,52	1872,66	288,21	10507,65	34965,12	5168,54	795,46	29001,12	211,6 584,02	3,76 10,38
52	ФЕР15-02-036-03	Высококачественная штукатурка по сетке без устройства каркаса: стен	100 м2 оштукатуриваемой поверхности	6,69	6491,44	1403,01	39,42 16,19	5049,01	43427,73	9386,14	263,72 108,32	33777,87	145,692 974,68	1,53 10,24
53	ФЕР15-06-001-01	Оклейка обоями стен по монолитной штукатурке и бетону: простыми и средней плотности	100 м2 оклеиваемой и обиваемой поверхности	5,21	937,39	297,96	0,95 0,21	638,48	4883,80	1552,37	4,95 1,09	3326,48	33,63 175,21	0,02 0,1
54	ФЕР15-04-005-03	Улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами по штукатурке: стен	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,48	1631,08	423,29	12,88 1,98	1194,91	2414,00	626,47	19,06 2,93	1768,47	47,19 69,84	0,187 0,28
55	ФЕР15-04-005-04	Улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами по штукатурке: потолков	100 м2 окрашиваемой поверхности	3,48	1924,90	604,35	15,58 2,38	1304,98	6698,67	2103,14	54,20 8,27	4541,33	67,375 234,47	0,225 0,78

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
56	ФЕР09-03-048-01	Монтаж потолков подвесных: комбинированных стальных с облицовкой алюминиевыми листами	100 м2	1,61	6632,14	2718,74	1689,88 183,24	2223,52	10677,74	4377,17	2720,71 295,02	3579,86	299,75 482,6	14,96 24,09
57	ФЕР15-01-047-13	Облицовка потолков гипсовыми рельефными плитами размером 400х400 мм по металлическим направляющим: с откосом	100 м2 поверхности облицовки	0,53	56476,37	11386,32	479,59 56,50	44610,46	29932,48	6034,75	254,18 29,95	23643,55	1254 664,62	5,34 2,83
<b>Итого по разделу 9 Отделка стен и потолков</b>									<b>1793595,39</b>				<b>4348,63</b>	<b>77,51</b>
<b>Раздел 10. Сантехнические работы</b>														
58	ФЕР18-03-001-02	Установка радиаторов: стальных	100 квт радиаторов и конвекторов	149,7 6	2177,86	605,91	207,17 34,11	1364,78	326156,61	90740,75	31026,41 5108,85	204389,45	67,568 10118,98	3,2239 482,81
59	ФЕР18-07-001-05	Установка: кранов воздушных	1 комплект	4	27,16	1,23		25,93	108,64	4,92		103,72	0,12 0,48	
60	ФЕР16-03-001-02	Прокладка трубопроводов отопления при стояковой системе из многослойных металл-полимерных труб диаметром: 20 мм $7\ 720,92 = 7\ 629,84 + 11,98 + 79,10$	100 м трубопровода	0,93	7720,92	1084,47	122,27 4,66	6514,18	7180,46	1008,56	113,71 4,33	6058,19	111 103,23	0,44 0,41
<b>Итого по разделу 10 Сантехнические работы</b>									<b>3474420,21</b>				<b>10222,69</b>	<b>483,22</b>
<b>Раздел 11. Благоустройство и озеленение</b>														
61	ФЕР08-05-002-01	Устройство крылец: с входной площадкой	1 м2 крыльца	1,9	84,68	13,63	7,13 0,85	63,92	160,89	25,90	13,55 1,62	121,44	1,67 3,17	0,08 0,15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
62	ФЕР27-04-001-01	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований: из песка	100 м3 материала основания (в плотном теле)	0,46	2281,84	125,92	2143,72 177,59	12,20	1049,65	57,92	986,11 81,69	5,62	15,72 7,23	13,88 6,38
63	ФЕР06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м3 бетона, бутобетона и железобетона в деле	0,65	57787,79	1271,63	921,89 140,13	55594,27	37562,06	826,56	599,23 91,08	36136,27	163,03 105,97	10,51 6,83
64	ФЕР27-04-001-04	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований: из щебня	100 м3 материала основания (в плотном теле)	2,12	3553,82	195,46	3341,28 280,98	17,08	7534,10	414,38	7083,51 595,68	36,21	24,19 51,28	20,6 43,67
65	ФЕР27-07-001-01	Устройство асфальтобетонных покрытий дорожек и тротуаров однослойных из литой мелкозернистой асфальто-бетонной смеси: толщиной 3 см	100 м2 покрытия	10,62	3566,28	140,46	57,45 0,57	3368,37	37873,89	1491,69	610,12 6,05	35772,08	15,12 160,57	0,07 0,74
66	ФЕР27-07-001-02	При изменении толщины покрытия на 0,5 см добавлять: к расценке 27-07-001-1	100 м2 покрытия	10,62	580,97	21,55	8,40	551,02	6169,90	228,86	89,21	5851,83	2,32 24,64	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
67	ФЕР47-01-004-02	Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев и кустарников с круглым комом земли механизированным способом размером 0,2х0,15 м и 0,25х0,2 м с добавлением растительной земли: до 25%	10 ям	2,2	139,72	32,84	17,85 2,97	89,03	307,38	72,25	39,27 6,53	195,86	4,21 9,26	0,22 0,48
68	ФЕР47-01-015-02	Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев-саженцев с оголенной корневой системой механизированным способом с добавлением растительной земли: до 25%	10 ям	1,2	330,61	81,20	19,47 3,24	229,94	396,73	97,44	23,36 3,89	275,93	10,41 12,49	0,24 0,29
69	ФЕР47-01-046-03	Подготовка почвы для устройства партерного и обыкновенного газона с внесением растительной земли слоем 15 см: механизированным способом	100 м2	33,55	2263,25	278,18	6,57 0,95	1978,50	75932,04	9332,94	220,42 31,87	66378,68	35,08 1176,93	0,07 2,35
<b>Итого по разделу 11 Благоустройство и озеленение</b>									<b>1259609,97</b>				<b>1551,54</b>	<b>60,89</b>
<b>ИТОГИ ПО СМЕТЕ:</b>														
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.									2014491,28	212852,47	90587,47 11116,71	1711051,34	23754,91	1008,76
Итого прямые затраты по смете с учетом коэффициентов к итогам									13013613,66	1375026,96	585195,06 71813,95	11053391,64	23754,91	1008,76
Накладные расходы									1720862,40					
Сметная прибыль									1111587,65					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Итоги по смете:</b>														
Земляные работы, выполняемые механизированным способом									290,24				0,11	0,49
Конструкции из кирпича и блоков									2610112,1 7				2660,74	125,86
Работы по реконструкции зданий и сооружений (усиление и замена существующих конструкций, разборка и возведение отдельных конструктивных элементов)									19423,49				44,88	13,29
Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в жилищно-гражданском строительстве									1137332,4 2				915,22	37,91
Земляные работы, выполняемые ручным способом									103545,45				4,86	
Строительные металлические конструкции									629617,91				1512,68	165,3
Бетонные и железобетонные сборные конструкции в жилищно-гражданском строительстве									25203,85				38,74	19,98
Тоннели и метрополитены, закрытый способ работ									156205,85				164,41	
Деревянные конструкции									2849335,8 7				582,81	16,53
Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в жилищно-гражданском строительстве									5558,77				14,04	3,78
Кровли									1362086,1 1				1356,38	15,92
Сантехнические работы - внутренние (трубопроводы, водопровод, канализация, отопление, газоснабжение, вентиляция и кондиционирование воздуха)									3485276,8 6				10278,15	483,32
Полы									1062198,8 2				1087,69	25,45
Отделочные работы									1111757,2 4				3067,78	36,64
Теплоизоляционные работы									282635,59				584,02	10,38
Автомобильные дороги									384010,17				243,72	50,79
Озеленение. Защитные лесонасаждения									621472,90				1198,68	3,12
Итого									15846063, 71				23754,91	1008,76
В том числе:														



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Материалы								11053391, 64					
	Машины и механизмы								585195,06					
	ФОТ								1446840,9 1					
	Накладные расходы								1720862,4 0					
	Сметная прибыль								1111587,6 5					
	Временные 1,8%								285229,15					
	<b>Итого</b>								<b>16131292, 86</b>					
	Непредвиденные затраты 2%								322625,86					
	<b>Итого с непредвиденными</b>								<b>16453918, 72</b>					
	НДС 18%								2961705,3 7					
	<b>ВСЕГО по смете</b>								<b>19415624, 09</b>				<b>23754,91</b>	<b>1008,76</b>

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Используемые в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в \_\_\_\_\_ экземплярах.

Библиография \_\_\_\_\_ наименований.

Один экземпляр сдан на кафедру.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

---

(подпись)

---

(Ф.И.О.)

